

# عددی ادوار اور حشر و عمل کار تخلیق و تجزیہ

خالد حنان یوسفزئی

khalidyousafzai@hotmail.com

۲۷/ دسمبر ۲۰۲۳



# عنوان

ویسپاچیہ

ix

میری پہلی کتاب کا دیباچہ

xi

## ۱۔ شنائی نظام

۱	عشری نظام گنتی	۱.۱
۳	ہشتی نظام گنتی	۱.۲
۴	شنائی نظام گنتی	۱.۳
۶	عشری نظام سے شنائی نظام میں تبادلہ	۱.۴
۷	اساس سولہ (سادس عشری) نظام گنتی	۱.۵
۹	اساس دو کا اساس آٹھ میں تبادلہ	۱.۶
۹	اساس دو کا اساس سولہ میں تبادلہ	۱.۷
۹	اساس آٹھ اور اساس سولہ سے اساس دو میں تبادلہ	۱.۸

## ۲ بنیادی حساب

۲.۱	شعائی نظام میں اعداد منفی کرنا	۱۴
۲.۲	اسی تکملہ یا $r$ کا تکملہ	۱۴
۲.۳	اساس منفی ایک تکملہ یا $(r - 1)$ کا تکملہ	۱۶
۲.۴	دو اعداد کی منفی بذریعہ اسی تکملہ	۱۷
۲.۵	اساس منفی ایک تکملہ کے ذریعہ اعداد منفی کرنا	۱۹
۲.۶	مثبت اور منفی اعداد	۲۱
۲.۷	عملیات دار و تکملہ نظام	۲۳

۳ بولین الجبرا

۳۱. یوولین الجبرا کے بنیادی تصورات  
۳۱.۱ منطق خضر

۲۹	منطقی جمع	۳.۱.۲
۳۱	منطقی نفی	۳.۱.۳
۳۱	منطقی بلا شرکت جمع	۳.۱.۴
۳۲	منطقی ضد بلا شرکت جمع	۳.۱.۵
۳۳	برقی تاروں میں جوڑ کی وضاحت	۳.۲
۳۳	عددی گیٹ	۳.۳
۳۴	ضرب گیٹ	۳.۳.۱
۳۵	جمع گیٹ	۳.۳.۲
۳۶	نفی گیٹ	۳.۳.۳
۳۶	متعدد مداحل گیٹ	۳.۳.۴
۳۹	ضرب متمم گیٹ اور جمع متمم گیٹ	۳.۳.۵
۴۱	بلا شرکت جمع گیٹ اور بلا شرکت جمع متمم گیٹ	۳.۳.۶
۴۳	گیٹوں کے برقی خواص	۳.۴
۴۵	محکم کار	۳.۴.۱
۴۷	مخلوط ادوار	۳.۴.۲
۵۰	بوولین تفاعل کا تخمینہ	۳.۵
۵۰	بوولین تفاعل کا تخمینہ	۳.۵.۱
۵۲	قوسین میں بند بوولین تفاعل	۳.۶
۵۳	بوولین الجبرا کے بنیادی قوانین	۳.۷
۵۸	ڈی مارگن کے کلیات	۳.۸
۶۱	حبزواں بوولین تفاعل	۳.۹
۶۱	ارکان ضرب کے مجموعہ کی ترکیب	۳.۱۰
۶۵	ارکان جمع کی ترکیب	۳.۱۱
۶۸	مجموعہ ارکان ضرب اور ضرب بعد از جمع کے مابین تبادلہ	۳.۱۲
۶۹	ضرب و جمع دورے متمم ضرب و متمم ضرب دور کا حصول	۳.۱۳
۷۱	جمع و ضرب دورے متمم جمع و متمم جمع دور کا حصول	۳.۱۴
۷۲	علامتی روپ یار مسز	۳.۱۵
۷۳	ایک رمنز اور عالمی رمنز	۳.۱۵.۱
۷۳	عشری اعداد کے شنائی رمنز	۳.۱۵.۲
۷۵	گرے رمنز	۳.۱۵.۳
۸۳	کارناف نقشہ جات	۴
۸۳	کارناف نقشے کا بنیادی حنا کہ	۴.۱
۸۵	کارناف نقشے کی بھرائی	۴.۲
۸۵	کارناف نقشے سے تفاعل کی سادہ مساوات کا حصول	۴.۳
۸۷	دو آزاد متغیر تفاعل	۴.۳.۱
۹۰	تین متغیر تفاعل	۴.۳.۲
۹۳	چار متغیر تفاعل	۴.۳.۳
۹۵	سادہ مساوات سے تفاعل کے ارکان ضرب کا حصول	۴.۳.۴
۹۵	ضرب بعد از جمع روپ میں سادہ مساوات	۴.۴

## ۴.۵ غیر دلچسپ حال ..... ۹۷

۱۰۳	ترکیبی منطق اور ترکیبی ادوار	۵
۱۰۳	۵.۱ شنائی جمع کار اور شنائی منفی کار	
۱۰۴	۵.۱.۱ نصف جمع کار	
۱۰۶	۵.۱.۲ مکمل جمع کار	
۱۱۰	۵.۱.۳ منفی کار	
۱۱۲	۵.۱.۴ عشری جمع کار	
۱۱۴	۵.۲ شنائی ضرب کار	
۱۱۶	۵.۳ شناخت کار	
۱۲۴	۵.۴ شناخت کار کی مدد سے تفاعل کا حصول	
۱۲۷	۵.۵ داخلہ منتخب کار اور خارجی منتخب کار	
۱۲۷	۵.۵.۱ خارجی منتخب کار	
۱۲۹	۵.۵.۲ داخلہ منتخب کار	
۱۲۹	۵.۵.۳ داخلہ منتخب کار سے تفاعل کا حصول	
۱۳۱	۵.۶ متوازی شنائی ضرب کار	

۱۴۱	۶ معاصر ترتیبی منطق اور ادوار	
۱۴۲	۶.۱ گیٹوں کے اوقات کار	
۱۴۳	۶.۲ پلٹ کار	
۱۴۷	۶.۳ ساعت	
۱۴۸	۶.۴ متمم ضرب گیٹ ایس آر پلٹ کار	
۱۴۹	۶.۴.۱ غیر فعال مد داخل پلٹ کار، حال برقرار رکھتا ہے	
۱۴۹	۶.۴.۲ مد داخل S فعال کرنے سے پلٹ کار بلند حال اختیار کرتا ہے	
۱۵۰	۶.۴.۳ مد داخل R فعال کرنے سے پلٹ کار پست حال اختیار کرتا ہے	
۱۵۱	۶.۴.۴ حال دوڑ	
۱۵۱	۶.۵ زیادہ مد داخل پلٹ کار	
۱۵۲	۶.۶ متبادل محباز و معذور پلٹ کار	
۱۵۴	۶.۷ آفت اعلا م پلٹ کار	
۱۵۷	۶.۸ ڈی پلٹ کار	
۱۵۷	۶.۸.۱ آفت اعلا م پلٹ کار سے حاصل کردہ ڈی پلٹ کار	
۱۵۹	۶.۹ ڈی پلٹ کار	
۱۶۲	۶.۱۰ جے کے پلٹ کار	
۱۶۵	۶.۱۰.۱ ٹی پلٹ کار	
۱۶۶	۶.۱۱ شنائی گنت کار	
۱۶۷	۶.۱۲ سلسلہ وار شنائی جمع کار	
۱۶۸	۶.۱۳ معاصر ترتیبی ادوار کا تجزیہ	
۱۶۸	۶.۱۳.۱ مساوات حال	
۱۶۹	۶.۱۳.۲ حال کا جدول	
۱۷۰	۶.۱۳.۳ حال کا خاکہ	

۶.۱۳.۴	ڈی پلٹ کار پر مبنی ترتیبی دور	۱۷۰
۶.۱۳.۵	جے کے پلٹ کار پر مبنی ترتیبی دور	۱۷۱
۶.۱۳.۶	ٹی پلٹ کار کی مدد سے ترتیبی دور کا جائزہ	۱۷۵
۶.۱۴	میلی اور موری نمونہ	۱۷۶
۶.۱۴.۱	حال اور ان کی مقرری	۱۷۷
۶.۱۵	معاصر ترتیبی ادوار کی بناوٹ	۱۷۸
۷	دفتر	۱۸۷
۷.۱	سلسلہ وار دفتر	۱۸۹
۷.۱.۱	دائیں انتقال دفتر	۱۸۹
۷.۱.۲	بائیں انتقال دفتر	۱۸۹
۷.۱.۳	دائیں و بائیں انتقال دفتر	۱۹۰
۷.۲	متوازی بھرائی دفتر	۱۹۰
۷.۳	عالمگیر انتقال دفتر	۱۹۱
۷.۴	سلسلہ وار شنائی جمع کار	۱۹۵
۸	گنت کار	۱۹۷
۸.۱	شنائی گنت کار	۱۹۷
۸.۲	معاصر گنت کار	۱۹۹
۸.۲.۱	معاصر شنائی گنت کار	۱۹۹
۸.۲.۲	شنائی سرموز اعشاری معاصر گنت کار	۲۰۲
۸.۳	دیگر گنت کار	۲۰۶
۸.۳.۱	متغیر لمبائی گنت کار	۲۰۶
۸.۳.۲	بے ترتیب گنت کار	۲۰۸
۸.۳.۳	چھلانگ گنت کار	۲۰۹
۸.۳.۴	دھڑکن پیدا کار	۲۱۰
۹	حافظہ	۲۱۳
۹.۱	عارضی حافظہ	۲۱۴
۹.۲	پختہ حافظہ	۲۲۳
۹.۳	حافظہ کی استعداد بڑھانے کی ترکیب	۲۲۶
۹.۳.۱	دو عدد $4 \times 4$ حافظہ سلسلہ وار جوڑ کر ایک عدد $8 \times 4$ حافظہ کا حصول	۲۲۶
۹.۳.۲	تین $8 \times 16$ حافظہ سلسلہ وار جوڑ کر ایک $8 \times 48$ حافظہ کا حصول	۲۲۹
۹.۳.۳	دو $4 \times 4$ حافظہ متوازی جوڑ کر $8 \times 4$ حافظہ کا حصول	۲۳۲
۹.۴	حافظہ کے اوقات کار	۲۳۳
۹.۵	پختہ حافظہ سے ترکیبی ادوار کا حصول	۲۳۸
۱۰	قابل تشکیل ترکیبی منطقی ادوار	۲۴۱
۱۰.۱	قابل تشکیل ضرب ترکیبی منطقی ادوار	۲۴۲
۱۰.۲	قابل تشکیل ضرب و جمع ترکیبی منطقی ادوار	۲۴۳
۱۰.۳	قابل تشکیل ترتیبی ادوار	۲۴۶

۲۴۹	غیر معاصر ترتیبی ادوار	۱۱
۲۵۳	تجربہ	۱۱.۱
۲۵۳	عبوری جدول	۱۱.۱.۱
۲۵۷	ہساو کا جدول	۱۱.۱.۲
۲۵۹	حالت دوڑ	۱۱.۱.۳
۲۶۲	توازن اور ارتعاش	۱۱.۱.۴
۲۶۳	حالت دوڑ سے پاک شنائی علامتوں کا تقرر	۱۱.۲
۲۶۷	عبوری جدول کی مدد سے پلیٹ کا تجربہ	۱۱.۳
۲۶۷	ایس آر پلیٹ	۱۱.۳.۱
۲۷۰	ساعت کے کنارہ پر چلتا ہوا ڈی پلیٹ	۱۱.۳.۲
۲۷۵	ایس آر پلیٹوں پر مبنی غیر معاصر ادوار کا قدم با قدم تجربہ	۱۱.۳.۳

۲۷۷	کمپیوٹر الف	۱۲
۲۷۷	بناؤٹ	۱۲.۱
۲۸۳	ہدایات کی فہرست	۱۲.۲
۲۸۸	کمپیوٹر کی برنامہ نویسی	۱۲.۳
۲۹۲	بازیابی پھیلا	۱۲.۴
۲۹۷	تعمیلی پھیلا	۱۲.۵
۳۰۵	خسر و برنامہ	۱۲.۶
۳۰۷	کمپیوٹر الف کا نقشہ	۱۲.۷
۳۱۷	خسر و برنامہ نویسی	۱۲.۸

۳۲۷	کمپیوٹر با	۱۳
۳۲۷	دو طرفہ دفاتر	۱۳.۱
۳۲۹	طرز تعمیر	۱۳.۲
۳۳۲	حفاظت سے رجوع کرنے والی راجع ہدایات	۱۳.۳
۳۳۶	دفتری ہدایات	۱۳.۴
۳۳۶	۱۳.۴.۱ لاد	
۳۳۷	۱۳.۴.۲ جمع اور منفی	
۳۳۹	شاخ اور طبعی ہدایات	۱۳.۵
۳۵۱	منطقی ہدایات	۱۳.۶
۳۵۳	دیگر ہدایات	۱۳.۷
۳۵۸	کمپیوٹر با کا خلاصہ	۱۳.۸

۳۷۷	فہرست	
-----	-------	--





# دیباچہ

یہ کتاب اس عزم سے لکھی گئی ہے کہ یہ ایک دن برقی انجینئرنگ کی نصابی کتاب کے طور پر پڑھائی جائے گی۔ امید کی جاتی ہے کہ اب بھی طلبہ و طالبات اس سے استفادہ حاصل کر سکیں گے۔ میں ڈاکٹر محمد اشرف عطا (ہلال امتیاز، ستارہ امتیاز) کا خصوصی طور پر نہایت مشکور و ممنون ہوں جنہوں نے اپنے مصروفیات سے وقت نکال کر اس کتاب کو پڑھ کر نہ صرف درست کیا بلکہ بہت سارے تکنیکی اصطلاحات بھی فراہم کئے۔ میں امید رکھتا ہوں کہ مجھے آئندہ بھی ان کی مدد حاصل ہوگی۔

میں یہاں کامیٹ کے طلبہ و طالبات کا بھی شکریہ ادا کرنا چاہتا ہوں جنہوں نے اس کتاب کو بار بار پڑھ کر غلطیوں کی نشاندہی کی۔

اس کتاب کے پڑھنے والوں سے گزارش کی جاتی ہے کہ وہ اس کتاب کو زیادہ سے زیادہ طلبہ و طالبات تک پہنچائیں اور اس میں غلطیوں کی نشاندہی میرے ای میل پتے پر کریں۔

حنالہ حنان پوسٹل 5 منسوری 2013ء

# باب ۱

## شنائی نظام

### ۱.۱. عشری نظام گنتی

روزمرہ زندگی میں **عشری نظام گنتی** (جو **اعشاری نظام** بھی کہلاتا ہے) استعمال ہوتا ہے، جو 0 تا 9 کے ہندسوں پر مبنی ہے۔ کسی بھی گنتی کے نظام میں کل علامات کی تعداد کو اس نظام کی **اساس**<sup>۲</sup> کہتے ہیں۔ عشری نظام میں 0 تا 9، یعنی دس 10 علامتیں ہیں، یوں عشری نظام کی اساس دس ہے اور اس کو اساس 10 کا نظام کہتے ہیں۔

مسواۃ ۱.۱ میں 538.72 کو عشری نظام میں لکھتے ہوئے زیر نوشتہ میں 10 لکھا گیا ہے، جو اس بات کی یاد دہانی کرتا ہے کہ یہ عدد اساس دس کے نظام میں لکھا گیا ہے۔ اس کتاب میں چونکہ کئی نظام گنتی استعمال ہوں گے، لہذا جہاں مستن سے واضح نہ ہو وہاں اعداد کے ساتھ ان کی اساس زیر نوشتہ میں لکھی جائے گی۔

$$(۱.۱) \quad 538.72_{10}$$

اس نظام میں اعشاریہ کی بائیں جانب پہلا ہندسہ **اکائی وزنی**<sup>۳</sup> رکھتا ہے، دوسرا دہائی، تیسرا سیکڑا، وغیرہ۔ یوں مساوات ۱.۲ میں دیے گئے ہندسوں میں 8 کا مطلب  $8 \times 1 = 8_{10}$  ہے، جبکہ 3 کا مطلب  $3 \times 10^1 = 30_{10}$  اور 5 کا  $5 \times 10^2 = 500_{10}$  ہے۔ اسی طرح اعشاریہ کے دائیں جانب پہلے ہندسے کا وزن ایک ہزار دس ہے، دوسرے ہندسے کا ایک ہزار، اور تیسرے ہندسے کا ایک سو، اور تیسرے ہندسے کا ایک ہزار، وغیرہ۔ یوں اس عدد میں 7 دراصل  $7 \times 10^{-1} = 0.7$  جبکہ 2 دراصل  $2 \times 10^{-2} = 0.02$

decimalsystem<sup>۱</sup>  
basis<sup>۲</sup>  
weight<sup>۳</sup>

## باب ۱. ششائی نظام

$$\begin{array}{l}
 x_2 = 5 \\
 x_1 = 3 \\
 x_0 = 8 \\
 x_{-1} = 7 \\
 x_{-2} = 2
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{c}
 x = 538.72_{10} \\
 \begin{array}{c}
 | \quad | \quad | \quad | \quad | \\
 x = x_2 x_1 x_0 . x_{-1} x_{-2}
 \end{array}
 \end{array}$$

شکل ۱.۱: عدد کے ہندسوں کو پکارتے ہوئے کا طریقہ کار۔

ہے۔

$$(۱.۲) \quad 538.72_{10} = (5 \times 10^2) + (3 \times 10^1) + (8 \times 10^0) + (7 \times 10^{-1}) + (2 \times 10^{-2})$$

اس حقیقت کو درج ذیل عمومی روپ میں لکھ سکتے ہیں۔

$$\begin{aligned}
 (۱.۳) \quad & \dots a_2 \times 10^2 + a_1 \times 10^1 + a_0 \times 10^0 + a_{-1} \times 10^{-1} + a_{-2} \times 10^{-2} \dots \\
 & = (\dots a_2 a_1 a_0 . a_{-1} a_{-2} \dots)_{10}
 \end{aligned}$$

عدد  $538.72_{10}$  کو  $x$  لیتے ہوئے، شکل ۱.۱ میں اس کے مختلف ہندسوں کو پکارتے ہوئے کا طریقہ دکھایا گیا ہے، جس کے تحت  $5$  کو  $x_2$  جبکہ  $3$  کو  $x_1$  کہیں گے، وغیرہ۔

اس طرح کسی بھی عدد میں بائیں جانب ہندسے کا رتبہ دائیں جانب ہندسے کے رتبہ سے بلند ہو گا۔ مساوات ۱.۱ میں ”بلند تر رتبہ“ کا ہندسہ  $5$  ہے، جبکہ ”کم تر رتبہ“ کا ہندسہ  $6$  ہے۔ یوں  $5$  بلند تر رتبہ ہندسہ ہے جبکہ  $6$  کم تر رتبہ ہندسہ کہلاتا ہے۔

مساوات ۱.۳ میں سات کو تین مختلف طریقوں سے لکھا گیا ہے۔ روزمرہ زندگی میں سات پہلے طرز پر لکھا جاتا ہے۔ یوں کاغذ پر قلم سے لکھتے ہوئے کسی بھی عدد کے بائیں جانب صفر نہیں لکھے جاتے اور عدد کے بائیں جانب کاغذ کو حالی چھوڑا جاتا ہے۔ یہاں یہ بات سمجھنا ضروری ہے کہ روزمرہ زندگی میں اعداد لکھتے وقت ان کی لمبائی یا ان میں کل ہندسوں کی تعداد پہلے سے متعین نہیں کی جاتی۔ کمپیوٹر میں صورت حال کچھ مختلف ہے، جہاں صرف صفر  $0$  اور ایک  $1$  کا وجود ممکن ہے۔ کسی مقام پر اگر  $1$  نہیں لکھا ہو تو اس پر  $0$  لازماً لکھا ہو گا۔ یوں کسی بھی عدد کے بائیں جانب حالی جگہ کا کمپیوٹر میں کوئی مطلب نہیں۔ یہاں  $0$  یا  $1$  کا ہونا ضروری ہے۔ کمپیوٹر میں ہر قسم کی معلومات لکھنے سے پہلے اس بات کا فیصلہ کیا جاتا ہے کہ اسے لکھنے کی حالی کتنی جگہ درکار ہوگی۔ یوں اگر عدد کو لکھنے کی حالی تین ہندسوں کے لکھ جانے کے برابر جگہ مختص کی گئی ہو تو اس تمام جگہ کو ہر صورت استعمال کرنا ہو گا، مثلاً سات کو  $7$  کی بجائے  $007$  لکھنا ہو گا۔

$$\begin{array}{c}
 7_{10} \\
 07_{10} \\
 007_{10}
 \end{array}
 \quad (۱.۴)$$

mostsignificantdigit<sup>۱</sup>  
lowestsignificantdigit<sup>۲</sup>

اعشاری نظام میں گنتی  $0_{10}$  سے شروع ہوتی ہے اور بتدریج بڑھتے ہوئے  $9_{10}$  تک پہنچتی ہے۔ اس دوران دہائی، سینکڑا، وغیرہ کے مقام پر صفر رہتا ہے اور انہیں عام طور نہیں لکھا جاتا۔ گنتی نو تک پہنچنے کے بعد دہائی، یعنی  $10^1$ ، وزن رکھنے والے مقام پر 0 کی بجائے 1 لکھا جاتا ہے اور اکائی، یعنی  $10^0$ ، وزن رکھنے والے مقام پر دوبارہ 0 تا 9 گنتی کی جاتی ہے۔

اگر آپ کو اس پیراگراف کی سمجھ نہیں آئی تو اسے دوبارہ پڑھیں۔ اس میں سادہ گنتی کی وضاحت کی گئی ہے۔

اعشاری نظام میں اگر اعداد کو ایک ہندسے تک محدود کر دیا جائے تو اس میں  $0_{10}$  سے  $9_{10}$  تک گنتی ممکن ہوگی۔ اگر اعداد کو دو ہندسوں تک محدود کر دیا جائے، یعنی اس میں زیادہ سے زیادہ دو ہندسے ہوں، تب  $00_{10}$  سے  $99_{10}$  تک گنتی ممکن ہوگی، اسی طرح تین ہندسوں تک کے عدد استعمال کرنے سے  $000_{10}$  سے  $999_{10}$  تک گنتی کی جاسکتی ہے، وغیرہ۔

## ۱.۲ ہشتمی نظام گنتی

**ہشتمی نظام**  $0^6$  تا 7 ہندسوں پر مبنی ہے۔ اس نظام میں آٹھ ہندسے ہیں لہذا یہ اساس آٹھ نظام ہے۔ بالکل اعشاری نظام کی طرح، اس نظام میں اعداد لکھتے ہوئے اعشاریہ کے بائیں جانب پہلے ہندسے کا وزن  $10^0 = 1$ ، دوسرے ہندسے کا  $10^1 = 8$ ، تیسرے کا  $10^2 = 64$ ، وغیرہ، جبکہ اعشاریہ کے دائیں جانب پہلے ہندسے کا وزن  $10^{-1} = 0.125$ ، دوسرے کا  $10^{-2} = 0.015625$  ہوگا، وغیرہ۔

$$\begin{aligned} 538.72_8 &= [(5 \times 8^2) + (3 \times 8^1) + (8 \times 8^0) + (7 \times 8^{-1}) + (2 \times 8^{-2})]_{10} \\ (1.5) \quad &= [(5 \times 64) + (3 \times 8) + (8 \times 1) + (7 \times 0.125) + (2 \times 0.015625)]_{10} \\ &= [320 + 24 + 8 + 0.875 + 0.03125]_{10} \\ &= 352.90625_{10} \end{aligned}$$

ہشتمی نظام گنتی کے لئے مساوات ۱.۳ اور ج ذیل روپ اختیار کرتی ہے۔

$$\begin{aligned} (1.6) \quad \dots a_2 \times 8^2 + a_1 \times 8^1 + a_0 \times 8^0 + a_{-1} \times 8^{-1} + a_{-2} \times 8^{-2} \dots \\ = (\dots a_2 a_1 a_0 . a_{-1} a_{-2} \dots)_8 \end{aligned}$$

ہشتمی نظام میں دیے گئے عدد کو اعشاری نظام میں تبدیل کرنا مساوات ۱.۵ میں دکھایا گیا ہے۔ ہشتمی عدد کے زیر نوشت میں 8 اس بات کی یاد دہانی کراتا ہے کہ یہ عدد ہشتمی نظام میں لکھا گیا ہے۔

اس نظام میں گنتی 0 سے شروع ہوتی ہے، 7 تک پہنچنے کے بعد  $8^1$  وزن رکھنے والے مقام پر 0 کی بجائے 1 لکھا جاتا ہے اور  $8^0$  وزن رکھنے والے مقام پر دوبارہ 0 سے 7 کی گنتی شروع ہوتی ہے۔

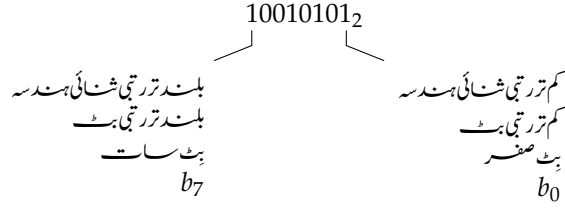
## ۱.۳ ثنائی نظام گنتی

خرد قلوب کار (مائیکرو کنٹرولر) کی دنیا میں ثنائی نظام گنتی<sup>۸</sup> گنتی استعمال ہوتا ہے۔ ثنائی نظام دو ہندسوں، 0 اور 1، پر مبنی ہے، لہذا یہ اساس دو کا نظام ہے۔

اس نظام میں گنتی 0 سے شروع ہوتی ہے، 1 تک پہنچنے کے بعد  $2^1$  وزن کے مقام پر 0 کی بجائے 1 لکھا جاتا ہے، اور  $2^0$  وزن کے مقام پر دوبارہ 0 سے 1 گنتی شروع ہوتی ہے۔ اس نظام میں گنتی مساوات ۷.۱ میں دکھائی گئی ہے، جہاں زیر نوشت میں اساس لکھنے سے گریز کیا گیا ہے۔ موازنہ کے لئے اعشاری گنتی بھی پیش کی گئی ہے۔

0 = 0	16 = 10000
1 = 1	17 = 10001
2 = 10	18 = 10010
3 = 11	19 = 10011
4 = 100	20 = 10100
5 = 101	21 = 10101
6 = 110	22 = 10110
7 = 111	23 = 10111
8 = 1000	24 = 11000
9 = 1001	25 = 11001
10 = 1010	26 = 11010
11 = 1011	27 = 11011
12 = 1100	28 = 11100
13 = 1101	29 = 11101
14 = 1110	30 = 11110
15 = 1111	31 = 11111

اس نظام میں اعداد لکھتے ہوئے اعشاریہ کے بائیں جانب پہلے ہندسے کا وزن  $2^0 = 1_{10}$  ہوگا، دوسرے ہندسے کا  $2^1 = 2_{10}$ ، تیسرے کا  $2^2 = 4_{10}$ ، وغیرہ، جبکہ اعشاریہ کے دائیں جانب پہلے ہندسے کا وزن  $2^{-1} = 0.5_{10}$ ، دوسرے کا  $2^{-2} = 0.25_{10}$  ہوگا۔



شکل ۱.۲: بلند ترین اور کم ترین ثنائی ہندسے۔

ثنائى نظام گنتى كے ليے مساوات ۱.۳ درج ذيل روپ اختيار كرتى ہے۔

$$(1.8) \quad \dots b_2 \times 2^2 + b_1 \times 2^1 + b_0 \times 2^0 + b_{-1} \times 2^{-1} + b_{-2} \times 2^{-2} \dots$$

$$= (\dots b_2 b_1 b_0 . b_{-1} b_{-2} \dots)_2$$

مساوات ۱.۹ میں ثنائى نظام میں ديے گئے عدد كو اعشارى نظام میں تبديل كرنا دکھایا گیا ہے۔ ثنائى عدد كے زير نوشت میں 2 اس بات كى ياد دہانى كراتا ہے كہ يہ عدد ثنائى نظام میں لكھا گیا ہے۔

$$(1.9) \quad \begin{aligned} 1011.1_2 &= [(1 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0) + (1 \times 2^{-1})]_{10} \\ &= [(1 \times 8) + (0 \times 4) + (1 \times 2) + (1 \times 1) + (1 \times 0.5)]_{10} \\ &= [8 + 0 + 2 + 1 + 0.5]_{10} \\ &= 11.5_{10} \end{aligned}$$

ثنائى عدد كے ہندسوں كو پكارنے كا طريقہ شكل ۱.۲ میں دکھایا گیا ہے۔ ثنائى عدد كے دائیں ترين ہندسے كو كم ترين بٹے 'يك كم ترين ثنائى ہندسہ' يا بٹ صفر يا بٹ  $b_0$  کہیں گے؛ اس سے اگلے كو بٹ ايک يا بٹ  $b_1$  اور اس سے اگلے كو بٹ دو يا بٹ  $b_2$ ، وغیرہ؛ جبکہ بائیں ترين ہندسے كو بلند ترين ثنائى ہندسہ يا بلند ترين بٹے 'ايك (موجودہ مثال میں) بٹ سات يا بٹ  $b_7$  کہیں گے۔

اگر ديے گئے ثنائى عدد كے اعشارىہ كے دائیں جانب كچھ نہ ہو، تب درج ذيل لكھا جاسكتا ہے:

$$(1.10) \quad 1011_2 = (2^3 + 2^1 + 2^0)_{10} = (8 + 2 + 1)_{10} = 11_{10}$$

جو ہندسے 1 ہیں، ان كے وزن جمع كيے جاتے ہیں۔

چار ہندسوں كا ثنائى عدد  $0000_2$  تا  $1111_2$  گنتى كر سكتا ہے؛ اس سے بڑا عدد لكھنے كے ليے چار سے زيادہ ہندسے دركار ہوں گے۔ مائكر وكنٹرولر آٹھ ثنائى ہندسوں كے اعداد استعمال كرتا ہے جو  $00000000_2$  تا  $11111111_2$ ، يعنى  $0_{10}$  تا  $255_{10}$  ظہر كر سكتے ہیں۔

lowest significant bit, LSB<sup>۹</sup>  
most significant bit, MSB<sup>۱۰</sup>

روزمرہ زندگی میں اعشاری نظام گنتی استعمال کرتے ہوئے اعداد لکھتے ہوئے ان کی بائیں جانب اضافی صفر نہیں لکھے جاتے، یعنی  $27_{10}$  کو  $0027_{10}$  نہیں لکھا جاتا۔ کمپیوٹر کی دنیا میں اعداد عموماً آٹھ ہندسوں پر مبنی شنائی عدد کی صورت میں لکھے جاتے ہیں؛ آٹھ سے کم شنائی ہندسوں پر مبنی اعداد لکھتے ہوئے، بائیں جانب اضافی صفر لکھ کر انہیں آٹھ ہندسوں کی صورت دی جاتی ہے۔ یوں  $27_{10}$  کو ہم  $101011_2$  کی بجائے  $00101011_2$  لکھیں گے۔

## ۱.۴ عشری نظام سے شنائی نظام میں تبادلہ

عشری نظام میں دیے گئے عدد کو شنائی نظام میں لکھنے کی خاطر اس عدد کو بار بار 2 سے تقسیم کریں، حتیٰ کہ یہ مزید تقسیم نہ ہو سکے۔ ہر مرتبہ تقسیم کے بعد حاصل باقی لیں؛ پہلے حاصل باقی کو شنائی عدد کے سب سے کم وزن کے مقام پر لکھیں؛ اگلے حاصل باقی کو اس سے دگنے وزن کے مقام پر لکھیں؛ اسی طرح آخری حاصل باقی کو سب سے زیادہ وزن کے مقام پر لکھیں۔ یوں شنائی عدد حاصل ہوگا۔ یہ طریقہ استعمال کرتے ہوئے  $121_{10}$  کو شنائی لکھائی میں لکھتے ہیں۔

- 121 کو 2 سے تقسیم کرنے سے حاصل تقسیم 60 اور باقی 1 ملتا ہے۔
- 60 کو 2 سے تقسیم کرنے سے حاصل تقسیم 30 اور باقی 0 ملتا ہے۔
- 30 کو 2 سے تقسیم کرنے سے حاصل تقسیم 15 اور باقی 0 ملتا ہے۔
- 15 کو 2 سے تقسیم کرنے سے حاصل تقسیم 7 اور باقی 1 ملتا ہے۔
- 7 کو 2 سے تقسیم کرنے سے حاصل تقسیم 3 اور باقی 1 ملتا ہے۔
- 3 کو 2 سے تقسیم کرنے سے حاصل تقسیم 1 اور باقی 1 ملتا ہے۔
- 1 کو 2 سے تقسیم کرنے سے حاصل تقسیم 0 اور باقی 1 ملتا ہے۔

اب سب سے آخری ”باقی“ کو سب سے زیادہ وزن کے مقام پر اور سب سے پہلے ”باقی“ کو سب سے کم وزن کے مقام پر لکھتے ہیں۔ یوں  $1111001_2$  حاصل ہوگا، لہذا

$$121_{10} = 1111001_2$$

ہوگا جہاں سات شنائی ہندسے استعمال کیے گئے ہیں۔ اپنی تسلی کے لئے اس عدد کو واپس اعشاری نظام میں منتقل کرتے ہیں۔

$$1111001_2 = 2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^0 = 64 + 32 + 16 + 8 + 1 = 121_{10}$$

اس طریقہ کار کی بہتر صورت پیش کرتے ہیں۔

2	121	
	60	1
	30	0
	15	0
	7	1
	3	1
	1	1
	0	1

عدد میں اعشاریہ کے بائیں جانب حصہ کو صحیح، جبکہ دائیں حصہ کو حصہ مسمکور یا کمریہ کہتے ہیں۔

$$\overbrace{xxxxxx}^{\text{صحیح}} \cdot \underbrace{yyyyyy}_{\text{حصہ مسمکور}}$$

یوں 121.6875 میں 121 ”عدد صحیح“ اور 6875 ”عدد مسمکور“ ہے۔

عشری عدد کے صحیح حصہ کو شنائی نظام میں تبدیل کرنا آپ سیکھ چکے؛ حصہ مسمکور تبدیل کرنے کا طریقہ ذرہ مختلف ہے۔ آئیں یہ عمل سیکھیں۔

حصہ مسمکور کو بار بار 2 سے ضرب دیں۔ اگر حاصل ضرب کے اعشاریہ کے بائیں جانب 1 حاصل ہو تو اس کو حاصل ضرب سے ہٹا کر شنائی عدد کے دائیں جانب منسلک کریں ورنہ شنائی عدد کے دائیں جانب 0 منسلک کریں۔ اس عمل کو ایک مثال کی مدد سے سیکھتے ہیں۔

	شنائی
$2 \times 0.6875 = 1.375$	0.1
$2 \times 0.3750 = 0.750$	0.10
$2 \times 0.7500 = 1.500$	0.101
$2 \times 0.5000 = 1.000$	0.1011

یوں  $0.6875_{10} = 0.1011_2$  ہوگا؛ آخر میں دونوں حصوں کو ملا کر شنائی عدد حاصل کرتے ہیں۔

$$121.6875_{10} = 111001.1011_2$$

## ۱.۵ اساس سولہ (سادس عشری) نظام گنتی

اساس سولہ کے نظام، جسے سادھ عشریہ نظام (یا ششده نظام) کہتے ہیں، میں اعداد کی سولہ علامتیں ہیں۔ ان میں پہلی دس علامتیں 0 تا 9 ہیں، جبکہ باقی علامتیں، بڑی لکھائی میں انگریزی حروف تہجی کے پہلے چھ

hexadecimal<sup>ii</sup>



## باب ۱.۱: ششائی نظام

حروف یعنی  $A, B, C, D, E$  اور  $F$  ہیں۔ علامت  $A$  دس ( $10_{10}$ ) کو ظاہر کرتی ہے، یعنی  $A = 10_{10}$  ہے، جبکہ  $B$  گیارہ کو،  $B = 11_{10}$ ، اور اسی طرح چلتے ہوئے  $F$  پندرہ کو ظاہر کرتی ہے۔ مساوات ۱.۱۱ میں مختلف نظام دیے گئے ہیں۔ انہیں سمجھیں بغیر آگے ہرگز مت بڑھیں۔

$$\begin{aligned}
 00_{10} &= 00_8 = 0000_2 = 0_{16} \\
 01_{10} &= 01_8 = 0001_2 = 1_{16} \\
 02_{10} &= 02_8 = 0010_2 = 2_{16} \\
 03_{10} &= 03_8 = 0011_2 = 3_{16} \\
 04_{10} &= 04_8 = 0100_2 = 4_{16} \\
 05_{10} &= 05_8 = 0101_2 = 5_{16} \\
 06_{10} &= 06_8 = 0110_2 = 6_{16} \\
 07_{10} &= 07_8 = 0111_2 = 7_{16} \\
 08_{10} &= 10_8 = 1000_2 = 8_{16} \\
 09_{10} &= 11_8 = 1001_2 = 9_{16} \\
 10_{10} &= 12_8 = 1010_2 = A_{16} \\
 11_{10} &= 13_8 = 1011_2 = B_{16} \\
 12_{10} &= 14_8 = 1100_2 = C_{16} \\
 13_{10} &= 15_8 = 1101_2 = D_{16} \\
 14_{10} &= 16_8 = 1110_2 = E_{16} \\
 15_{10} &= 17_8 = 1111_2 = F_{16}
 \end{aligned}
 \tag{1.11}$$

سادس عشری نظام میں اشاریہ کی بائیں جانب پہلے ہندسے کا وزن  $16^0 = 1_{10}$ ، دوسرے کا  $16^1 = 16_{10}$ ، اور تیسرے کا  $16^2 = 256_{10}$  ہوگا۔

مساوات ۱.۱۲ میں سادس عشری یا اساس سولہ نظام میں دیے گئے عدد کو اعشاری نظام میں تبدیل کرنا دکھایا گیا ہے۔ ایسا کرتے ہوئے  $A = 10_{10}$  اور  $C = 12_{10}$  لئے گئے۔

$$\begin{aligned}
 3AC.8_{16} &= (3 \times 16^2)_{10} + (10 \times 16^1)_{10} + (12 \times 16^0)_{10} + (8 \times 16^{-1})_{10} \\
 &= (3 \times 256)_{10} + (10 \times 16)_{10} + (12 \times 1)_{10} + (8 \times 0.0625)_{10} \\
 &= (768 + 160 + 12 + 0.5)_{10} \\
 &= 940.5_{10}
 \end{aligned}
 \tag{1.12}$$

مساوات ۱.۳ اساس سولہ کے لئے درج ذیل ہوگی۔

$$\begin{aligned}
 (1.13) \quad \dots a_2 \times 16^2 + a_1 \times 16^1 + a_0 \times 16^0 + a_{-1} \times 16^{-1} + a_{-2} \times 16^{-2} \dots \\
 = (\dots a_2 a_1 a_0 . a_{-1} a_{-2} \dots)_{16}
 \end{aligned}$$

## ۱.۶ اساس دو کا اساس آٹھ میں تبادلہ

مساوات ۱.۱۴ میں بائیں ہاتھ شنائی عدد دیا گیا ہے۔ اعشاریہ سے شروع کرتے ہوئے، اعشاریہ کی دونوں جانب تین تین ہندسوں کے گروہ میں، اس شنائی عدد کو لکھیں۔ اعشاریہ کی بائیں جانب اگر آخر میں تین ہندسوں کا گروہ پورا نہ ہو تو بائیں اضافی صفر منسلک کر کے تین ہندسوں کا گروہ پورا کریں؛ اسی طرح اعشاریہ کی دائیں جانب اگر آخر میں تین ہندسوں کا گروہ پورا نہ ہو تو دائیں جانب اضافی صفر منسلک کر کے تین ہندسوں کا گروہ پورا کریں۔ اب مساوات ۱.۱۱ کی مدد سے ان تین تین کے گروہ کی جگہ ان کا مساوی اساس آٹھ ہندسہ لکھیں۔ مساوات ۱.۱۴ میں یوں دو مقامات پر  $100_2$  کی جگہ  $4_8$  لکھا گیا، جبکہ  $101_2$  کی جگہ  $5_8$ ، اور  $001_2$  کی جگہ  $1_8$  لکھا گیا ہے۔ اس طرح اس عدد کو اساس آٹھ میں منتقل کیا گیا۔ یاد رہے، اعشاریہ اپنی جگہ برقرار رکھتا ہے۔

$$\begin{aligned} 1101100.1_2 &= (001\ 101\ 100.100)_2 \\ (1.14) \quad &= (1\ 5\ 4.4)_8 \\ &= 154.4_8 \end{aligned}$$

## ۱.۷ اساس دو کا اساس سولہ میں تبادلہ

شنائی عدد کو اساس سولہ میں لکھنے کی خاطر شنائی عدد کو اعشاریہ سے شروع کرتے ہوئے اعشاریہ کی دونوں جانب چار چار ہندسوں کے گروہ میں لکھیں۔ اگر اعشاریہ کی بائیں جانب آخر میں چار ہندسوں کا گروہ پورا نہ ہو تو عدد کی بائیں جانب اضافی صفر منسلک کر کے چار ہندسوں کا گروہ پورا کریں؛ اسی طرح اگر اعشاریہ کی دائیں جانب آخر میں چار ہندسوں کا گروہ پورا نہ ہو تو دائیں جانب اضافی صفر منسلک کر کے گروہ پورا کریں۔ اب مساوات ۱.۱۱ کی مدد سے ان چار چار کے گروہ کی جگہ ان کی مساوی اساس سولہ کا ہندسہ لکھیں۔ یوں مساوات ۱.۱۵ میں  $1000_2$  کی جگہ  $8_{16}$  لکھ کر،  $1100_2$  کی جگہ  $C_{16}$ ، اور  $0110_2$  کی جگہ  $6_{16}$  لکھ کر اساس سولہ میں مساوی عدد حاصل کیا گیا۔ یاد رہے کہ اعشاریہ اپنی جگہ برقرار رکھتا ہے۔

$$\begin{aligned} 1101100.1_2 &= (0110\ 1100.1000)_2 \\ (1.15) \quad &= (6\ C\ .\ 8)_{16} \\ &= 6C.8_{16} \end{aligned}$$

## ۱.۸ اساس آٹھ اور اساس سولہ سے اساس دو میں تبادلہ

انہیں طریقوں کو الٹ استعمال کرتے ہوئے اساس آٹھ اور اساس سولہ کے اعداد باآسانی اساس دو میں لکھ جاسکتے ہیں۔ مساوات ۱.۱۶ میں اساس آٹھ:

$$\begin{aligned} 372.5_8 &= (3\ 7\ 2.5)_8 \\ (1.16) \quad &= (011\ 111\ 010.101)_2 \\ &= 011111010.101_2 \end{aligned}$$

$$\underbrace{b_7 b_6 b_5 b_4}_{\text{بالا ریزہ}} \underbrace{b_3 b_2 b_1 b_0}_{\text{زیریں ریزہ}}$$

شکل ۱.۳: ایک بائٹ دو ریزوں پر مشتمل ہوگا۔

اور مساوات ۱.۱۷ میں اس سولہ کو ثنائی عدد کی صورت میں لکھنا دکھایا گیا ہے۔

$$\begin{aligned} 9A2F.7_{16} &= ( \quad 9 \quad A \quad 2 \quad F \quad . \quad 7 )_{16} \\ (1.12) \quad &= (1001 \quad 1010 \quad 0010 \quad 1111 \quad . \quad 0111)_2 \\ &= (1001101000101111.0111)_2 \end{aligned}$$

ہم نے دیکھا کہ ثنائی عدد کے ہندسوں کو تین تین کے گروہ میں لکھنے سے اس آٹھ اور چار چار کے گروہ میں لکھنے سے اس سولہ عدد حاصل کیا جاسکتا ہے۔ آئیں درج بالا مساوات میں حاصل ثنائی عدد سے اس آٹھ اور اس سولہ اعداد حاصل کریں۔

$$\begin{aligned} 1001101000101111.0111_2 &= (001 \quad 001 \quad 101 \quad 000 \quad 101 \quad 111 \quad . \quad 011 \quad 100)_2 \\ &= ( \quad 1 \quad 1 \quad 5 \quad 0 \quad 5 \quad 7 \quad . \quad 3 \quad 4 )_8 \\ &= 115057.34_8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1001101000101111.0111_2 &= (1001 \quad 1010 \quad 0010 \quad 1111 \quad . \quad 0111)_2 \\ &= ( \quad 9 \quad A \quad 2 \quad F \quad . \quad 7 )_{16} \\ &= 9A2F.7_{16} \end{aligned}$$

مساوات ۱.۱۶ اور مساوات ۱.۱۷ کی آخری لکیریوں میں ثنائی اعداد کو دیکھتے ہوئے بہت جلد انسان اکتا جاتا ہے، البتہ، انہیں مساوات میں جہاں ثنائی اعداد گروہ کی صورت میں لکھے گئے ہیں، وہاں انہیں سمجھنا آسان ہے۔ یہی وجہ ہے کہ ثنائی اعداد بالخصوص اور دیگر اعداد بالعموم گروہی صورت میں لکھے جاتے ہیں۔

ایک ہندسے پر مبنی ثنائی عدد کو **ثنائاتی ہندسہ** یا **بٹ**<sup>۱۲</sup> کہتے ہیں؛ آٹھ ثنائی ہندسوں،، یعنی آٹھ بٹ، کے گروہ کو **ہشتی ثنائی عدد** یا **بائٹ**<sup>۱۳</sup> کہتے ہیں۔ بائٹ کو عموماً چار چار ثنائی ہندسوں کے گروہ میں لکھا جاتا ہے، جنہیں **ریزہ**<sup>۱۴</sup> کہتے ہیں۔ زیریں چار بٹ کو ”زیریں ریزہ“ جبکہ بالا چار بٹ کو ”بالا ریزہ“ کہیں گے (شکل ۱.۳ دیکھیں)۔ یوں مساوات ۱.۱۷ میں دو بائٹ ہیں۔ اسی مساوات کو الٹ چلاتے ہوئے یہ واضح ہے کہ ہشتی ثنائی عدد کو چار چار ثنائی اعداد کے گروہ میں لکھ کر انہیں جلد اس سولہ (سادس عشری روپ) میں لکھا جاسکتا ہے۔

## سوالات

سوال ۱.۱: درج ذیل اعشاری اعداد کو ثنائی روپ میں لکھیں۔

bit<sup>۱۲</sup>  
byte<sup>۱۳</sup>  
nibble<sup>۱۴</sup>

ا. 33	ج. 128	ھ. 4096	ز. 5.625
ب. 64	د. 256	و. 0.375	ح. 13.6875

جواب: 100001 ، 1000000 ، 10000000 ، 100000000 ، 1000000000000 ، 0.011 ، 101.101 ، 1101.1011

سوال ۱.۲: درج ذیل شنائی اعداد کو اعشاری روپ میں لکھیں۔

ا. 10	ج. 1101	ھ. 101101011
ب. 101	د. 11011	و. 11001010011

جواب: 2 ، 5 ، 13 ، 27 ، 363 ، 1619

سوال ۱.۳: درج ذیل شنائی اعداد کو اعشاری روپ میں لکھیں۔

ا. 10.1	ج. 0.001101	ھ. 100.001
ب. 101.01	د. 1011.01101	و. 1111.1111

جواب: 2.5 ، 5.25 ، 0.203125 ، 11.40625 ، 4.125 ، 15.9375

سوال ۱.۴: درج ذیل اعشاری اعداد کو اساس سولہ اور اساس آٹھ میں تبدیل کریں۔

ا. 7	ج. 32	ھ. 1024
ب. 23	د. 64	و. 2048

جواب: اساس سولہ 7 ، 17 ، 20 ، 40 ، 400 ، 800 ؛ اساس آٹھ 7 ، 27 ، 40 ، 100 ، 2000 ، 4000

سوال ۱.۵: درج ذیل اساس سولہ اعداد کو اساس آٹھ اور شنائی روپ میں لکھیں۔

ا. 7	ج. 1A	ھ. A.BC	ز. F0
ب. 10	د. 2B3	و. 0.12	ح. FFFF

جواب: اساس سولہ 7 ، 20 ، 32 ، 1263 ، 12.57 ، 0.044 ، 360 ، 177777 ؛ شنائی 111 ، 10000 ، 11010 ، 1010110011 ، 1010.10111 ، 0.0001001 ، 11110000 ، 1111111111111111



## باب ۲

# بنیادی حساب

شنائی نظام میں حساب بالکل اسی طرح کیا جاتا ہے جس طرح عشری نظام میں۔ چند مثالوں کے مطالعے وضاحت ہوگی۔

شنائی نظام میں اعداد کا مجموعہ اعشاری نظام میں دو اعداد کے مجموعے سے سمجھا جاسکتا ہے۔ اعشاری نظام کی مندرجہ ذیل مثال پر غور کریں جس میں 37.5 اور 29.6 جمع کیے گئے ہیں۔

$$\begin{array}{r} 11 \\ 37.5 \\ +29.6 \\ \hline 67.1 \end{array}$$

آپ نے دیکھا کہ حاصل (1) کو (بائیں) زیادہ وزنی معیار پر منتقل کیا گیا۔ یہی شنائی جمع میں کیا جائے گا۔ شنائی نظام میں صرف دو ہندسے، 0 اور 1، پائے جاتے ہیں جن کی چار ممکنہ مجموعے درج ذیل ہیں۔

$$\begin{array}{cccc} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ +1 & +0 & +1 & +0 \\ \hline 10 & 01 & 01 & 00 \end{array}$$

پہلی تین جمع میں حاصل 0 جبکہ آخری میں حاصل 1 ہے۔

آئیں، زیادہ شنائی ہندسوں کے اعداد کی جمع کی مثالیں دیکھیں؛ ان کی اعشاری نظام میں جمع بھی دی گئی ہیں۔

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 13 \\
 +09 \\
 \hline
 22_{10}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 1 \quad 1 \\
 1101 \\
 +1001 \\
 \hline
 10110_2
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 3 \\
 +2 \\
 \hline
 5_{10}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 1 \\
 11 \\
 +10 \\
 \hline
 101_2
 \end{array}$$

دائیں ہاتھ شنائی 11 اور 10 جمع کر کے  $101_2$  حاصل کیا گیا جو اعشاری نظام میں  $5 = 3 + 2$  ہوگا، جبکہ بائیں ہاتھ شنائی 1101 اور 1001 جمع کر کے  $10110_2$  حاصل کیا گیا جو اعشاری نظام میں  $22 = 13 + 9$  کے مترادف ہے۔

آخر میں، کسری اعداد کی جمع کی ایک مثال دیکھتے ہیں۔

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 5.75 \\
 +3.50 \\
 \hline
 9.25_{10}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 111 \\
 101.11 \\
 + \quad 11.10 \\
 \hline
 1001.01_2
 \end{array}$$

## ۲.۱ شنائی نظام میں اعداد منفی کرنا

دوہٹ (شنائی عدد) منفی کرنے کے درج ذیل چار ممکنات پائے جاتے ہیں۔

$$\begin{aligned}
 0 - 0 &= 0 \\
 1 - 0 &= 1 \\
 1 - 1 &= 0 \\
 0 - 1 &= 1 \quad (\text{ادھار ایک})
 \end{aligned}$$

ی آخری مساوات میں مندر سے ایک اس صورت منفی کیا دکھایا گیا ہے جب ادھار 1 لینا ممکن ہو۔ ایک اور مثال دیکھتے ہیں۔

$$\begin{array}{r}
 6.25 \\
 -5.50 \\
 \hline
 0.75_{10}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 110.01 \\
 -101.1 \\
 \hline
 0.11_2
 \end{array}$$

شنائی منفی کی چند مثالیں حل کر کے اعشاری منفی سے ان کی تصدیق کریں۔ ایسا کرنے سے زیادہ وضاحت ہوگی۔

## ۲.۲ اسی تکملہ یا $r$ کا تکملہ

کسی بھی اسی نظام میں، ہندسہ کو اساس،  $(r)$ ، سے منفی کرنے سے ہندسے کا اس کا تکملہ (یا  $r$  کا تکملہ) حاصل ہوگا۔ یوں، ہندسہ اور ہندسے کے اسی تکملہ کا مجموعہ اساس کے برابر ہوگا۔ مثلاً، اعشاری نظام میں 3 کا اسی تکملہ  $7 = 10 - 3$  (یا 7 کا اسی تکملہ 3) ہے اور ان دونوں کا مجموعہ  $10 = 3 + 7$  اعشاری نظام کے اساس کے برابر ہے۔ اسی طرح 5 کا اسی تکملہ 5، اور 9 کا اسی تکملہ 1 ہوگا۔

درج بالا مثالوں سے واضح ہے کہ کسی بھی ہندسہ (مثلاً 3) کے اسے تکملہ (یعنی 7) کا اسے تکملہ وہی ہندسہ (یعنی 3) ہوگا۔ اسے تکملہ کے تصور کو ایک سے زائد ہندسوں پر مبنی عدد تک وسعت دیتے ہیں۔ اسے  $r$  کے اعدادی نظام میں عدد  $N$ ، جو  $n$  ہندسوں پر مبنی ہو، کے اسے تکملہ (یا  $r$  کے تکملہ) سے مراد عدد  $r^n - N$  ہوگا۔ اسے دس کے اسے تکملہ کو عام طور 10 کا تکملہ کہتے ہیں۔ اسی طرح اسے دو کے تکملہ کو 2 کا تکملہ کہتے ہیں۔

عشری نظام میں عدد  $10^n$  کے سب سے وزنی ہندسے کی قیمت 1 ہوگی، اور اس کی دائیں جانب 0 قیمت کے  $n$  ہندسے ہوں گے۔

$$\begin{aligned} 10^2 &= 100_{10} \\ 10^5 &= 100000_{10} \\ 10^7 &= 10000000_{10} \end{aligned} \quad (2.1)$$

عشری نظام کی اسے  $r = 10$  ہے۔ اسے نظام میں عدد  $N$ ، جس میں  $n$  ہندسے ہوں، کے اسے تکملہ (یعنی 10 کے تکملہ) سے مراد عدد  $10^n - N$  ہوگا۔ یوں  $N = 5391$  جس میں چار ہندسے ( $n = 4$ ) ہیں، کا 10 کا تکملہ درج ذیل ہوگا۔

$$(2.2) \quad (10^4 - 5391)_{10} = (10000 - 5391)_{10} = 4609_{10}$$

اسی طرح عدد 320753 جس میں 6 ہندسے ہیں کا اسے تکملہ:

$$(2.3) \quad (10^6 - 320753)_{10} = (1000000 - 320753)_{10} = 679247_{10}$$

اور 679247 کا 2 کا تکملہ درج ذیل ہوگا۔

$$(2.4) \quad (10^6 - 679247)_{10} = (1000000 - 679247)_{10} = 320753_{10}$$

ہر عدد  $N$  کے اسے تکملہ کا اسے تکملہ وہی عدد  $N$  ہوگا۔ اس کا ثبوت کچھ یوں ہے: عددی  $N$  کا اسے تکملہ  $r^n - N$  اور عدد  $r^n - N$  کا اسے تکملہ  $r^n - (r^n - N)$  یعنی  $N$  ہوگا۔

ثنائی نظام کی اسے 2 ہے لہذا  $n$  ہندسوں پر مبنی ثنائی عدد  $N$  کے 2 کا تکملہ (یعنی اسے تکملہ)  $2^n - N$  ہوگا۔

ثنائی نظام میں عدد  $10^n$  کے سب سے وزنی ہندسے کی قیمت 1 ہوگی، اور اس کی دائیں جانب 0 قیمت کے  $n$  ہندسے ہوں گے۔

$$\begin{aligned} 2^2 &= 100_2 \\ 2^5 &= 100000_2 \\ 2^7 &= 10000000_2 \end{aligned} \quad (2.5)$$



یوں  $1011_2$  اور  $10001_2$  کے 2 کے تکملہ بالترتیب درج ذیل ہوں گے۔

$$(2.۶) \quad \begin{aligned} (2^4 - 1011)_2 &= (10000 - 1011)_2 = 0101_2 \\ (2^5 - 10001)_2 &= (100000 - 10001)_2 = 01111_2 \end{aligned}$$

### ۲.۳ اساس منفی ایک تکملہ یا $(r - 1)$ کا تکملہ

اساس  $r$  کے نظام میں، عدد  $N$  کے اساس منفی ایک  $(r - 1)$  کے تکملہ سے مراد  $r^n - 1 - N$  ہے۔ اعشاری نظام میں اساس منفی ایک تکملہ کو عموماً 9 کا تکملہ (نو کا تکملہ) اور شئی نظام میں اسے 1 کا تکملہ (ایک کا تکملہ) کہتے ہیں۔

اعشاری نظام میں 376 اور 7852 کے 9 کے تکملہ، بالترتیب مندرجہ ذیل ہوں گے۔

$$(2.۷) \quad \begin{aligned} 10^3 - 1 - 376 &= 1000 - 1 - 376 \\ &= 999 - 376 \\ &= 623_{10} \\ 10^4 - 1 - 7852 &= 10000 - 1 - 7852 \\ &= 9999 - 7852 \\ &= 2147_{10} \end{aligned}$$

اعشاری نظام میں عدد  $10^n - 1$ ،  $n$  ہندسوں پر مشتمل ہوگا، جہاں ہر ہندسے کی قیمت 9 ہوگی۔

$$(2.۸) \quad \begin{aligned} 10^3 - 1 &= 1000 - 1 = 999_{10} \\ 10^6 - 1 &= 1000000 - 1 = 999999_{10} \\ 10^8 - 1 &= 100000000 - 1 = 99999999_{10} \end{aligned}$$

شئی نظام میں عدد  $2^n - 1$ ،  $n$  ہندسوں پر مشتمل ہوگا، جہاں ہر ہندسے کی قیمت 1 ہوگی۔

$$(2.۹) \quad \begin{aligned} 2^3 - 1 &= 1000 - 1 = 111_2 \\ 2^5 - 1 &= 100000 - 1 = 11111_2 \\ 2^8 - 1 &= 100000000 - 1 = 11111111_2 \end{aligned}$$

شئی نظام میں  $1001_2$  اور  $101110_2$  کے 1 کے تکملہ، بالترتیب درج ذیل ہوں گے۔

$$(2.۱۰) \quad \begin{aligned} 2^4 - 1 - 1001 &= 1111 - 1001 = 0110_2 \\ 2^6 - 1 - 101110 &= 111111 - 101110 = 010001_2 \end{aligned}$$

آپ دیکھ سکتے ہیں کہ شنائی ہندسہ 0 کا "ایک" کا تکملہ، "شنائی ہندسہ 1 ہوگا، اور اسی طرح عدد 1 کا "ایک" کا تکملہ، "شنائی ہندسہ 0 ہوگا۔ ہم کہتے ہیں 0 کا متمم  $1^5$  اور 1 کا متمم 0 ہے۔

شنائی عدد  $N$  کا اساس منفی ایک تکملہ،  $\bar{N}$  سے ظاہر کیا جاتا ہے لہذا درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$\begin{aligned}\bar{1}_2 &= 0_2 \\ \bar{0}_2 &= 1_2 \\ (2,11) \quad \overline{1001}_2 &= 0110_2 \\ \overline{101110}_2 &= 010001_2\end{aligned}$$

ان دو مثالوں سے ایک اہم حقیقت واضح ہوتا ہے: شنائی عدد میں ہر ہندسے کا متمم لینے سے (یعنی ہر 0 کو 1، اور ہر 1 کو 0 کرنے سے) اس کا ایک کا تکملہ یا متمم حاصل ہوگا۔

شنائی عدد کے ہر بٹے کا متمم لینے سے عدد کا 1 کا تکملہ (یعنی متمم) حاصل ہوگا۔

اساس  $r$  نظام میں  $r$  کے تکملہ سے مراد  $r^n - N$  اور  $(r - 1)$  کے تکملہ سے مراد  $r^2 - 1 - N$  ہے، لہذا  $(r - 1)$  کے تکملہ کے ساتھ 1 جمع کر کے  $r$  کا تکملہ حاصل کیا جاسکتا ہے، یعنی عدد کے متمم کے ساتھ 1 جمع کر کے 2 کا تکملہ حاصل ہوگا۔ اس طرح اسی تکملہ کا حصول عموماً زیادہ آسان ثابت ہوتا ہے۔ مساوات ۲.۶ میں دیے گئے اعداد کے 2 کے تکملہ ہم اس طریقے سے حاصل کرتے ہیں۔

چونکہ  $\overline{1011} = 0100$  ہے لہذا  $1011$  کا اسی تکملہ  $0101 + 1 = 0100$  ہوگا۔ اسی طرح  $10001$  کے متمم  $01110$  کے ساتھ 1 جمع کرنے سے اس کا اسی تکملہ  $01111 + 1 = 01110$  حاصل ہوگا۔

## ۲.۴ دو اعداد کی منفی بذریعہ اسی تکملہ

مستلم و کاغذ کے ساتھ،  $M$  سے  $N$  منفی کرنا چھوٹی جسامتوں میں سکھایا جاتا ہے۔ برقیات میں تکملہ کی مدد سے دو اعداد منفی کیے جاتے ہیں، جہاں دونوں اعداد میں ہندسوں کی تعداد برابر ہونا لازم ہے۔ اسی تکملہ کی مدد سے  $M - N$  مندرجہ ذیل طریقہ کار سے حاصل کیا جاتا ہے۔

• دونوں اعداد میں ہندسوں کی تعداد برابر کرنے کی خاطر، کم ہندسوں والے عدد کی بائیں جانب (درکار تعداد کی) اضافی صفریں چسپاں کریں۔ فرض کریں اب ہر عدد میں  $n$  ہندسے پائے جاتے ہیں۔

•  $M$  کے ساتھ  $N$  کا اسی تکملہ جمع کر کے مجموعہ  $M + r^n - N$  حاصل کریں۔

•  $M$  کی قیمت  $N$  کی قیمت سے زیادہ ہونے کی صورت میں، آخری (بائیں) ہندسے جمع کرنے سے حاصل 1 پیدا ہوگا، جس کی بنیاد مجموعہ  $n + 1$  ہندسوں پر مشتمل ہوگا اور اس کا بائیں ہندسہ 1 ہوگا۔ اس بائیں ہندسے کو (یعنی حاصل 1 کو) نظر انداز کریں؛ باقی  $n$  ہندسوں پر مبنی عدد اصل جواب ہوگا۔

•  $M$  کی قیمت  $N$  کی قیمت سے کم ہونے کی صورت میں، آخری (بائیں) ہندسے جمع کرنے سے حاصل 1 پیدا نہیں ہوگا؛ مجموعہ منفی عدد کو ظاہر کرے گا، اور  $n$  ہندسوں پر مبني ہوگا۔ مجموعے کا اسی نمبر لے کر اس کی بائیں جانب منفی علامت منسلک کر کے جواب حاصل ہوگا۔

ان دونوں صورتوں کی وضاحت مثالوں سے ہوگی۔

مثال ۲.۱: اعداد کا حاصل منفی  $974 - 7852$  دس کے نمبر کی مدد سے دریافت کریں۔

جواب: یہاں بڑا عدد 7852 چار ہندسوں پر مبني ہے، لہذا چھوٹا عدد 0974 لکھیں اور  $n = 4$  لیں۔ یوں 0974 کا اسی نمبر  $10000 - 0974 = 9026$  ہوگا، جس کو 7852 کے ساتھ جمع کرنے سے 5 ہندسوں کا مجموعہ  $9026 + 7852 = 16878$  حاصل ہوگا۔ چونکہ یہ عدد 5 ہندسوں پر مبني ہے، لہذا بائیں ہندسے کو نظر انداز کرتے ہوئے 6878 کو جواب تسلیم کرتے ہیں۔ (ہم درحقیقت آخری ہندسوں کی جمع سے پیدا حاصل 1 کو رد کرتے ہیں۔ چونکہ یہ مجموعہ میں بائیں ترین مقام پر اترتا ہے لہذا مجموعہ کا پایا ہندسہ رد کر کے جواب حاصل ہوگا۔)

$$\begin{array}{r}
 \text{حاصل 1 کو نظر انداز کر کے} \\
 \text{6878 کو جواب تسلیم کرتے ہیں}
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 7852 \\
 +9026 \\
 \hline
 16878
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 10000 \\
 -0974 \\
 \hline
 9026
 \end{array}$$

□

مثال ۲.۲: دس کے نمبر کی مدد سے  $974 - 7852$  حاصل کریں۔

جواب: عدد 7852 کے اسی نمبر  $10000 - 7852 = 2148$  کا 0974 کے ساتھ مجموعہ لیتے ہوئے:  $0974 + 2148 = 3122$  آخری حاصل 1 نہیں پیدا ہوتا، لہذا یہ مجموعہ 4 ہندسوں پر مشتمل ہے؛ اس کے اسی نمبر  $10000 - 3122 = 6878$  کے ساتھ منفی علامت چسپاں کرتے ہوئے 6878 - کو جواب تسلیم کرتے ہیں۔

$$\begin{array}{r}
 \text{جواب} \\
 -6878
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 10000 \\
 -3122 \\
 \hline
 6878
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 0974 \\
 +2148 \\
 \hline
 3122
 \end{array}
 \begin{array}{r}
 10000 \\
 -7852 \\
 \hline
 2148
 \end{array}$$

□

ثنائی اعداد بھی بالکل اسی طرح منفی کیے جاتے ہیں۔ ان کی بھی دو مثالیں پیش کرتے ہیں۔

مثال ۲.۳: اسی نمبر کی مدد سے مندرجہ ذیل حاصل کریں۔

$$(11001_2 - 1011_2) \text{ اور } (1011_2 - 11001_2)$$

جواب: (i) چونکہ  $00110 = 11001$  ہے، لہذا دو کا تکملہ  $00111 + 1 = 00110$  ہوگا۔ اس کو دوسرے عدد  $01011_2$  (جس کی بائیں جانب اضافی 0 چسپاں کر کے ہندسوں کی تعداد پوری کی گئی) کے ساتھ جمع کرتے ہیں۔

$$\begin{array}{r} 01011 \\ +00111 \\ \hline 10010 \end{array}$$

بائیں آخیری ہندسوں کو جمع کرتے ہوئے حاصل 1 پیدا نہیں ہوا، لہذا اس کا 2 کا تکملہ لینا ہوگا۔ چونکہ  $01101 = 10010$  ہے لہذا اسی تکملہ  $01110 + 1 = 01101$  ہوگا، جس کی بائیں جانب منفی علامت چسپاں کر کے نتیجہ  $01110_2$  حاصل کرتے ہیں۔

جواب: (ب) یہاں ایک عدد پانچ ہندسوں پر مشتمل ہے، لہذا دوسرے عدد میں بھی پانچ ہندسے پورے کیے جائیں گے۔ یوں 1011 کو 01011 لکھ کر، اس کے متمم  $10100 = 01011$  سے عدد کا اسی تکملہ  $10100 + 1 = 10101$  حاصل کر کے، دوسرے عدد کے ساتھ جمع کرتے ہیں۔

$$\begin{array}{r} 1 \\ 11001 \\ +10101 \\ \hline 101110 \end{array}$$

آخیری ہندسے جمع کرتے ہوئے حاصل 1 پیدا ہوا جس کو نظر انداز کر کے باقی مجموعہ،  $01110_2$ ، کو نتیجہ تسلیم کرتے ہیں۔ □

## ۲.۵ اساس منفی ایک تکملہ کے ذریعہ اعداد منفی کرنا

اساس منفی ایک تکملہ کی مدد سے بھی  $M - N$  حاصل کیا جاسکتا ہے۔ اس کا طریقہ کار درج ذیل ہے جہاں دونوں اعداد میں ہندسوں کی تعداد برابر ہونا لازم ہے۔

• دونوں اعداد میں ہندسوں کی تعداد برابر کرنے کی خاطر، کم ہندسوں والے عدد کی بائیں جانب (درکار تعداد کی) اضافی صفریں چسپاں کریں۔ مندرجہ ذیل اب ہر عدد میں  $n$  ہندسے پائے جاتے ہیں۔

•  $M$  کے ساتھ  $N$  کا اساس منفی ایک کا تکملہ جمع کر کے مجموعہ  $M + 2^n - 1 - N$  حاصل کریں۔

•  $M$  کی قیمت  $N$  کی قیمت سے زیادہ ہونے کی صورت میں، آخیری (بائیں) ہندسے جمع کرنے سے حاصل 1 پیدا ہوگا، جس کی بنیاد مجموعہ  $n + 1$  ہندسوں پر مشتمل ہوگا اور اس کا بائیں ہندسہ 1 ہوگا۔ اس بائیں ہندسے کو (یعنی حاصل 1 کو) نظر انداز کرنے کی بجائے، مجموعہ سے خارج کر کے، 1 وزن مختص کریں اور  $n$  ہندسوں کے باقی مجموعہ کے ساتھ جمع کر کے جواب حاصل کریں۔ اس عمل کو واپس آخیری حاصل ایک (1) کہتے ہیں۔

•  $M$  کی قیمت  $N$  کی قیمت سے کم ہونے کی صورت میں، آخیری (بائیں) ہندسے جمع کرنے سے حاصل 1 پیدا نہیں ہوگا؛ مجموعہ منفی عدد کو ظاہر کرے گا، اور  $n$  ہندسوں پر مبنی ہوگا۔ مجموعہ کا اساس منفی

ایک کا تکملہ لے کر اس کی بائیں جانب منفی علامت منسلک کر کے جواب حاصل ہوگا۔

ان دونوں صورتوں کی وضاحت مثالوں سے ہوگی۔

مثال ۲.۴: نوکا تکملہ استعمال کرتے ہوئے  $974 - 7852$  حاصل کریں۔

جواب: عدد  $974$  کے بائیں  $0$  چسپاں کر کے اس میں ہندسوں کی تعداد پوری کریں اور  $7852$  کے اسس منفی ایک کے تکملہ  $2147 = 9999 - 7852$  کے ساتھ جمع کریں۔

$$\begin{array}{r} 2147 \\ +0974 \\ \hline 3121 \end{array}$$

آخری (بائیں) ہندسے جمع کرنے سے حاصل  $1$  پیدا نہیں ہوا، لہذا مجموعہ چار ہندسوں پر مشتمل ہے۔ اس کے اسس منفی ایک کے تکملہ  $6878 = 9999 - 3121$  کے بائیں منفی علامت منسلک کر کے جواب  $6878 -$  حاصل کرتے ہیں۔ □

مثال ۲.۵: نوکا تکملہ استعمال کرتے ہوئے  $7852 - 974$  حاصل کریں۔

جواب: چھوٹے عدد  $974$  میں ہندسوں کی تعداد پوری کر کے اس کے اسس منفی ایک کے تکملہ  $9025 = 9999 - 974$  کو  $7852$  کے ساتھ جمع کرتے ہیں۔

$$\begin{array}{r} 1 \\ 7852 \\ +9025 \\ \hline 16877 \end{array}$$

آخری (بائیں) ہندسے جمع کرتے ہوئے حاصل  $1$  پیدا ہوا جس کی بنیاد مجموعہ  $5$  ہندسوں پر مشتمل ہے۔ ہم اس حاصل  $1$  کو وزن  $1$  مختص کر کے باقی  $4$  ہندسوں پر مبنی مجموعہ  $6877$  کے ساتھ جمع کر کے جواب  $6878 = 6877 + 1$  حاصل کرتے ہیں۔ □

اب ہم ثنائی اعداد کی مثال لیتے ہیں۔

مثال ۲.۶: مندرجہ ذیل کو  $1$  کے تکملہ کی مدد سے حل کریں۔

$$11011_2 - 101110_2, (ب) 101110_2 - 11011_2$$

حل: (ا) منفی ہونے والے عدد میں ہندسوں کی تعداد پوری کر کے اس کا متمم:

$$\overline{011011} = 100100$$

دوسرے عدد کے ساتھ جمع کرتے ہیں۔

$$\begin{array}{r}
 1 \\
 101110 \\
 +100100 \\
 \hline
 1010010
 \end{array}$$

آخری حاصل 1 کو باقی عدد سے علیحدہ کر کے اسے 1 کا وزن مختص کر کے (یعنی اس کو اکائی تصور کر کے)، دائیں چھ ہندسوں پر مشتمل مجموعہ 010010 کے ساتھ جمع کرتے ہوئے جواب حاصل کرتے ہیں۔

$$\begin{array}{r}
 010010 \\
 +1 \\
 \hline
 010011
 \end{array}$$

متمم  $010001 = \overline{101110}$  کو دوسرے عدد کے ساتھ جمع کرتے ہیں۔

$$\begin{array}{r}
 010001 \\
 +011011 \\
 \hline
 101100
 \end{array}$$

چونکہ آخری حاصل صفر ہے، لہذا مجموعے کے متمم  $010011 = \overline{101100}$  کے ساتھ منفی کی علامت چسپاں کر کے جواب  $010011_2 -$  حاصل کرتے ہیں۔

□

## ۲.۶ مثبت اور منفی اعداد

روزمرہ زندگی میں مثبت اعداد لکھتے ہوئے انہیں بغیر کسی علامت کے، یا مثبت علامت (+) کے ساتھ لکھا جاتا ہے، البتہ منفی اعداد کے ساتھ منفی علامت (-) ضرور لکھی جاتی ہے۔ یوں درج ذیل اعداد درست لکھے گئے ہیں۔

$$+3025, \quad 3025, \quad -3025$$

کسی بھی عدد کے مثبت یا منفی ہونے کو اس عدد کی علامت کہتے ہیں۔ یوں، وہ اعداد جو مثبت علامت (+) یا منفی علامت (-) رکھتے ہوں علامت دار اعداد کہلاتے ہیں، اور جن کی علامت نہ ہو بے علامت اعداد کہلاتے ہیں۔ اعداد کو ان کی علامت اور قدر سے ظاہر کرنے کو علامت دار قدر ظاہر کہتے ہیں۔

کمپیوٹر شائی اعداد، 0 اور 1، استعمال کرتا ہے، اور ہر معلومات کو انہیں سے ظاہر کرتا ہے۔ روایتاً مثبت علامت (+) کو 0 (صفر) اور منفی علامت (-) کو 1 (ایک) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ علامت عدد کی بائیں جانب لکھی جاتی ہے۔ یوں  $5_{10} +$  کو چار شائی ہندسوں سے ظاہر کرتے ہوئے، بائیں ہندسہ مثبت علامت (+) کو جبکہ باقی تین ہندسے 5 کو ظاہر کریں گے۔ اسی طرح  $5_{10} -$  کو آٹھ شائی ہندسوں سے ظاہر کرتے ہوئے، بائیں ہندسہ منفی علامت (-) کو جبکہ باقی سات ہندسے 5 کو ظاہر کریں گے۔

$$\begin{array}{r}
 \underbrace{0}_{+} \underbrace{101}_{5_{10}} \quad \underbrace{10000101}_{-} \underbrace{5_{10}}
 \end{array}$$

جدول ۲.۱: چار ہندسوں کے علامت دار اعداد

شنائی	دار علامت
0111 <sub>2</sub>	+7 <sub>10</sub>
0110 <sub>2</sub>	+6 <sub>10</sub>
0101 <sub>2</sub>	+5 <sub>10</sub>
0100 <sub>2</sub>	+4 <sub>10</sub>
0011 <sub>2</sub>	+3 <sub>10</sub>
0010 <sub>2</sub>	+2 <sub>10</sub>
0001 <sub>2</sub>	+1 <sub>10</sub>
0000 <sub>2</sub>	+0 <sub>10</sub>
1000 <sub>2</sub>	-0 <sub>10</sub>
1001 <sub>2</sub>	-1 <sub>10</sub>
1010 <sub>2</sub>	-2 <sub>10</sub>
1011 <sub>2</sub>	-3 <sub>10</sub>
1100 <sub>2</sub>	-4 <sub>10</sub>
1101 <sub>2</sub>	-5 <sub>10</sub>
1110 <sub>2</sub>	-6 <sub>10</sub>
1111 <sub>2</sub>	-7 <sub>10</sub>

ایک دلچسپ حقیقت پر غور کریں۔ اگر ہم 1101<sub>2</sub> میں بایا ہندسہ علامت تصور کریں تب یہ 5<sub>10</sub> - کو ظاہر کرے گا، لیکن اگر ہم چاروں ہندسوں کو ایک عدد تصور کریں تب یہ 13<sub>10</sub> یا D<sub>16</sub> کو ظاہر کرتا ہے۔

یہ جاننا ضروری ہے، آپشنائی اعداد کا بایا ہندسہ علامت کو ظاہر کرتا ہے یا یہ عدد کا حصہ ہے؛ یہ فیصلہ اعداد استعمال کرنے والے پر ہے۔ کمپیوٹر استعمال کرتے وقت آپ فیصلہ کرتے ہیں کہ علامت دار یا بے علامت (غیر علامت دار) اعداد استعمال کریں گے۔ جدول ۲.۱ میں چار شنائی ہندسوں پر مشتمل علامت دار اعداد دکھائے گئے ہیں۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ صفر کو دو مختلف طریقوں سے ظاہر کیا جاسکتا ہے، ان میں ایک مثبت اور دوسرا منفی ہے!

اس جدول میں چار شنائی ہندسوں سے اعداد لکھے گئے؛ کمپیوٹر میں اعداد، عموماً، ایک بائٹ استعمال کرتے ہوئے لکھا جاتا ہے۔ ایک بائٹ 8 شنائی ہندسوں کو کہتے ہیں۔ علامت دار اعداد کو بائٹ میں لکھتے ہوئے،

دائیں سات ہندسے عدد کی قدر جبکہ بائیں آخری ہندسہ اس کی علامت ظاہر کرے گا۔

$$\begin{aligned} 00000101_2 &= +5_{10} \\ 01111111_2 &= +127_{10} \\ 10000101_2 &= -5_{10} \\ 11111111_2 &= -127_{10} \\ 00000000_2 &= +0_{10} \\ 10000000_2 &= -0_{10} \end{aligned}$$

ان اعداد میں بھی مثبت اور منفی صفر پایا گیا؛ روزمرہ زندگی میں صفر کو ہم مثبت تصور کرتے ہیں۔

اتنا کچھ کہنے کے بعد آپ کو بتانا چیلوں کہ، کمپیوٹر میں منفی اعداد کو علامت دار و قدر اظہار میں نہیں بلکہ علامت دار و 1 کے تکملہ یا علامت دار و 2 کے تکملہ نظام میں رکھا اور استعمال کیا جاتا ہے۔ اگلے حصہ میں ان نظام پر غور ہوگا۔

## ۲.۷. علامت دار و تکملہ نظام

کمپیوٹر میں عددی برقیات کی مدد سے اعداد جمع یا منفی کیے جاتے ہیں۔ یہ اعمال اسی تکملہ یا اساس منفی ایک تکملہ (حصہ ۲.۴ اور حصہ ۲.۵ دیکھیں) استعمال کرتے ہوئے زیادہ خوش اسلوبی سے سرانجام دیے جاتے ہیں۔

کمپیوٹر چونکہ شنائی اعداد استعمال کرتا ہے، لہذا اس میں منفی اعداد 1 کے تکملہ یا 2 کے تکملہ میں لکھے جاتے ہیں۔ جدول ۲.۲ میں چار شنائی ہندسی (چار بٹ) علامت دار اعداد کا 1 کا تکملہ اور 2 کا تکملہ روپ پیش کیا گیا ہے۔

جدول ۲.۲ سے آپ دیکھ سکتے ہیں کہ مثبت عدد، شنائی ہندسوں میں ایک ہی طریقہ سے لکھا جاتا ہے، جبکہ منفی عدد تین طریقوں سے لکھا جاسکتا ہے۔ یوں تینوں طریقوں میں مثبت عدد کو سادہ شنائی عدد لکھیں۔

مثبت عدد  $x$  کی علامت دار روپ میں علامتی بٹ 0 سے 1 کرنے سے  $-x$  کا ”علامت دار روپ“ حاصل ہوگا۔ یوں  $-5$  کو علامت دار روپ میں لکھنے کی خاطر  $+5$  کو علامت دار روپ  $0101_2$  میں لکھ کر علامتی بٹ 1 کرنے سے  $-5$  کی علامت دار روپ  $1101_2$  حاصل ہوگی۔

منفی عدد  $-x$  کو علامت دار ایک کے تکملہ روپ میں لکھنے کی خاطر  $+x$  کو علامت دار شنائی عدد (یعنی سادہ شنائی روپ میں) لکھ کر اس کا 1 کا تکملہ لیں۔ یاد رہے کہ 1 کا تکملہ حاصل کرتے ہوئے شنائی عدد کے ہر ہندسہ (جمع علامتی بٹ) کا متم لینا ہوگا۔ یوں  $-5$  کو علامت دار ایک کے تکملہ روپ میں لکھنے کی خاطر  $+5$  کو  $0101_2$  لکھ کر متم لیں جو درکار روپ  $1010_2$  دے گا۔



جدول ۲.۲: علامت دار ایک کائنملہ اور دو کائنملہ اعداد

عدد اعشاری	قدر دار علامت	تکملہ کا ایک دار علامت	تکملہ کا دو دار علامت
+7	0111	0111	0111
+6	0110	0110	0110
+5	0101	0101	0101
+4	0100	0100	0100
+3	0011	0011	0011
+2	0010	0010	0010
+1	0001	0001	0001
+0	0000	0000	0000
-0	1000	1111	حساب پایا نہیں
-1	1001	1110	1111
-2	1010	1101	1110
-3	1011	1100	1101
-4	1100	1011	1100
-5	1101	1010	1011
-6	1110	1001	1010
-7	1111	1000	1001
-8	حساب پایا نہیں	حساب پایا نہیں	1000

منفی عدد  $x$  - کو علامت دار دو کے تکملہ روپ میں لکھنے کی خاطر  $x +$  کو علامت دار شنائی عدد (یعنی سادہ شنائی روپ میں) لکھ کر اس کا 2 کا تکملہ لیں۔ یاد رہے کہ 2 کا تکملہ حاصل کرتے ہوئے شنائی عدد کے ہر ہندسہ (جمع علامتی ہٹ) کا متمم لینا ہوگا۔ یوں 5- کو علامت دار دو کے تکملہ روپ میں لکھنے کی خاطر 5+ کو 01012 لکھ کر دو کا تکملہ لیں جو درکار روپ 10112 دے گا۔

### سوالات

سوال ۲.۱: درج ذیل شنائی مجموعے حاصل کریں۔ ان سوالات کو عشری روپ میں بھی حل کریں۔ جوابات کا موازنہ کریں۔

ا. $110 + 101$	ج. $1011 + 1101$	د. $101 + 1011$
ب. $11 + 101$	د. $1101 + 1001$	و. $101 + 1111$

جواب: شنائی 1011 ، 1000 ، 11000 ، 10110 ، 10000 ، 10100 ؛ اعشاری 11 ، 8 ، 24 ، 22 ، 16 ، 20  
سوال ۲.۲: درج ذیل شنائی اعداد کے سوالات حل کریں۔ ان سوالات کو اعشاری روپ میں بھی حل کریں۔ جوابات کا موازنہ کریں۔

ا. $110 - 101$	ج. $1111 - 1101$	د. $1011 - 1011$
ب. $111 - 101$	د. $1101 - 1001$	و. $101 - 1111$

جواب: شنائی 1 ، 10 ، 10 ، 100 ، 110- ، 1010- ؛ اعشاری 1 ، 2 ، 2 ، 4 ، 6- ، 10-  
سوال ۲.۳: درج ذیل شنائی اعداد کے سوالات حل کریں۔ انہیں سوالات کو اعشاری روپ میں بھی حل کریں۔ جوابات کا موازنہ کریں۔

ا. $110 - 10.1$	ج. $11.11 - 1.101$	د. $10.11 - 10.011$
ب. $101 - 10.1$	د. $110.1 - 10.01$	و. $111.1 - 11.01$

جواب: شنائی 11.1 ، 10.1 ، 10.001 ، 100.01 ، 10.101 ، 100.01  
سوال ۲.۴: درج ذیل اعشاری سوالات کو شنائی روپ میں تبدیل کر کے حل کریں۔

ا. $64 + 32$	ج. $121.2 - 94.3$	د. $1024 - 63$
ب. $256 - 128$	د. $36.09 + 22.24$	و. $2056 + 1024$

جواب: 11000000 ، 10000000 ، 11010.1110 ، 111010.010 ، 1111000001 ، 110000001000  
سوال ۲.۵: درج ذیل اعشاری اعداد کا تکملہ نو اور تکملہ دس حاصل کریں۔

## باب ۲: بنیادی حساب

ا. 6	د. 205	ز. 0.63	ی. 23409.65487
ب. 8	ھ. 3160029	ج. 39.09	
ج. 19	و. 9807568	ط. 3093.9801	

جواب: نکلمات نو 1، 3، 80، 794، 6839970، 0192431؛ نکلمات دس 2، 4، 81، 795، 6839971، 0192432

سوال ۲.۶: درج ذیل شنائی اعداد کا (اتنے ہی ہندسوں میں) نکتہ ایک اور نکتہ دو حاصل کریں۔

ا. 1011	ج. 111101	ھ. 11.11
ب. 1001	د. 10101010	و. 1101.0011

جواب: نکلمات ایک 0100، 0110، 000010، 01010101؛ نکلمات دو 0101، 0111، 000011، 01010110

سوال ۲.۷: درج ذیل اعشاری سوالات کو نکتہ نو اور نکتہ دس استعمال کرتے ہوئے حل کریں۔ سادہ طریقے سے حاصل جوابات کے ساتھ موازنہ کریں۔

ا. 9 - 4	ج. 13 - 23.9	ھ. 0.555 - 0.045
ب. 16 - 9	د. 303.93 - 555.078	و. 1000 - 909.5301

سوال ۲.۸: درج ذیل شنائی سوالات کو نکتہ ایک اور نکتہ دو سے حل کریں۔ سادہ شنائی طریقے سے حاصل جوابات کے ساتھ موازنہ کریں۔

ا. 11 - 10	ج. 10.11 - 11.10	ھ. 101 - 1010
ب. 1101 - 1010	د. 1001.1 - 1101.01	و. 1101.11 - 0.11

سوال ۲.۹: درج ذیل اعشاری سوالات کو شنائی روپ میں تبدیل کر کے حل کریں۔ جواب کو واپس اعشاری روپ میں تبدیل کر کے اعشاری طریقے سے حاصل جواب کے ساتھ موازنہ کریں۔

ا. $3 \times 9$	ج. $15 \times 3.625$	ھ. $2048 \times 2048$
ب. $31 \times 23$	د. $1024 \times 16$	و. $65.75 \times 11.625$

## باب ۳

### بوولین الجبرا

بوولین الجبرا انگلستان کے ریاضی دان ”خارج بوولی“ کے نام سے جانا جاتا ہے، جنہوں نے اس الجبرا کو دریافت کیا۔ بوولین الجبرا ذہنی سوچ یعنی منطق کو الجبرائی روپ میں لکھنے کی صلاحیت رکھتی ہے۔ اس لئے حیرانی کی بات نہیں کہ کمپیوٹری کو استعمال کرتا ہے۔

#### ۳.۱ بوولین الجبرا کے بنیادی تصورات

عام الجبرا میں متغیرات استعمال کرتے ہوئے تصور کیا جاتا ہے کہ ان کی قیمت کچھ بھی ہو سکتی ہے۔ مثلاً، تفاعل  $z = f(x, y)$ ، جہاں  $x$  اور  $y$  آزاد متغیرات جبکہ  $z$  تابع متغیر ہے، میں متغیرات کی چند ممکنہ قیمتیں درج ذیل ہیں۔

$x$	$y$	$z$
0	0	0
1	2	5
2	1	4
3	2	7
2	2	6
3	1	5

اس تفاعل جس کو ایک نامکمل جدول کے روپ میں پیش کیا گیا ہے کا الجبرائی روپ درج ذیل ہے۔

$$z = x + 2y$$

اس کے برعکس، بوولین الجبرا میں متغیرات کی صرف دو ممکنہ قیمتیں ہیں۔ ان دو قیمتوں کو عموماً 0 (صفر) اور 1

X	Y	Z
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

جدول ۳.۱: دو متغیر منطقی ضرب کا جدول صداقت۔

(ایک) سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ بولین الجبرا میں اس طرز کا جدول، جسے **بولین جدول**<sup>۱</sup>، یا **منطقی جدول**، یا **جدول صداقت**<sup>۲</sup> کہتے ہیں، انتہائی اہم ثابت ہو گا۔ بولین تف عمل کی چند مثالوں پر غور کرتے ہیں۔

### ۳.۱.۱ منطقی ضرب

تصور کریں  $X$  اور  $Y$  آزاد بولین متغیرات ہیں، جبکہ  $Z$  ان کا تابع بولین متغیر  $Z = f(X, Y)$  ہے۔ چونکہ  $X$  بولین متغیر ہے، لہذا اس کی ممکنہ قیمتیں صرف 0 اور 1 ہیں۔ اسی طرح  $Y$  بھی بولین متغیر ہے، لہذا اس کی قیمت بھی صرف 0 اور 1 ہو سکتی ہے۔ تابع متغیر  $Z$  بھی بولین متغیر ہے۔ اس طرح اگرچہ اس کی قیمت  $X$  اور  $Y$  کی تابع ہے، اس کے باوجود  $Z$  کی قیمت صرف 0 یا 1 ہی ہو سکتا ہے۔ متغیرات  $X$  اور  $Y$  درج ذیل چار ممکنہ ترتیب میں پائے جاسکتے ہیں۔

X	Y
0	0
0	1
1	0
1	1

ان چار ممکنہ صورتوں میں  $Z$  کی قیمت 0 یا 1 ہوگی۔

آئیے، جدول ۳.۱ کے ”جدول صداقت“ میں پیش کیے گئے منطقی تف عمل پر غور کرتے ہیں جس کی تمام ممکنہ قیمتیں اس جدول میں دی گئی ہیں۔ اس مثال میں تابع متغیر  $Z$  کی قیمت صرف اس وقت 1 ہے جب  $X$  اور  $Y$  دونوں کی قیمت 1 ہے۔ یہی قیمتیں  $X$  اور  $Y$  کی سادہ ضرب  $X \cdot Y$  سے بھی حاصل ہوتی ہیں (ذیل

<sup>1</sup>booleantable  
<sup>2</sup>truthtable

$$1 \cdot 1 = 1$$

AND<sup>r</sup>  
input<sup>r</sup>  
output<sup>s</sup>

A	B	C	Z
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

جدول ۳.۲: تین متغیر منطقی ضرب کا جدول صداقت۔

X	Y	S
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	2

X	Y	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

جدول ۳.۴: دو شناختی اعداد کا سادہ مجموعہ

جدول ۳.۳: دو متغیر منطقی جمع کا جدول صداقت۔

آزاد متغیرات X اور Y کا (روز مسرہ) سادہ الجبرائی مجموعہ  $S = X + Y$  جدول ۳.۴ میں پیش کیا گیا ہے۔

جدول ۳.۳ اور جدول ۳.۴ کے اولین تین نتائج ایک جیسے ہیں۔ اس مشابہت کی بنا پر جدول ۳.۳ میں دیے گئے بولین تفاعل کو بولین جمع یا منطقی جمع<sup>۱</sup> کہتے ہیں اور اس بولین تفاعل کو جمع کے نشان “+” سے ہی ظاہر کیا جاتا ہے۔ یوں جدول ۳.۳ میں پیش منطقی جمع تفاعل درج ذیل لکھا جائے گا۔

$$(3.2) \quad Z = X + Y \quad (\text{منطقی جمع})$$

یہ بولین تفاعل کی مساوات ہے جس کو عام الجبرائی جمع پر گزرنے سمجھا جائے۔ بالخصوص، منطقی جمع کرتے وقت یاد رہے کہ  $1 + 1 = 1$  ہوگا۔

منطقی جمع کے تصور کو وسعت دے کر متعدد آزاد متغیرات کے لئے بیان کیا جاسکتا ہے۔ منطقی جمع کی عمومی تعریف درج ذیل ہے۔

تعریف: منطقی جمع اس صورت 1 دیگا جب آزاد متغیرات میں کم سے کم ایک متغیر کی قیمت 1 ہو۔

□

X	Z
0	1
1	0

A	B	C	Z
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

جدول ۳.۵: تین متغیر منطقی جمع کا جدول صداقت۔  
جدول ۳.۶: منطقی نفی یا متم کا جدول صداقت۔

تین متغیر منطقی جمع تفاعل  $Z = A + B + C$  جدول ۳.۵ میں پیش کیا گیا ہے۔ یاد رہے کہ تین آزاد متغیرات کے منطقی جمع کا الجبرائی جمع کے ساتھ کوئی تعلق نہیں۔ یہاں جمع کی علامت منطقی جمع کو ظاہر کرتی ہے لہذا یہاں  $1 + 1 + 1 = 1$  ہوگا۔

۳.۱.۳ منطقی نفی

بولین تفاعل  $Z = f(X)$  کی تیسری مثال لیتے ہیں جہاں آزاد متغیر  $X$  اور تابع متغیر  $Z$  کا تعلق جدول ۳.۶ میں پیش کیا گیا ہے۔

اس تفاعل کو بولین  $\neg$  یا منطقی نفی  $\neg$  کہتے ہیں۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ درحقیقت، تابع متغیر  $Z$ ، آزاد متغیر کا متم ہے۔ یوں ”منطقی نفی“ درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$(3.3) \quad Z = \bar{X} \quad (\text{منطقی نفی یا متم})$$

منطقی نفی صرف ایک آزاد متغیر کے لئے بیان کیا جاسکتا ہے، اور اس کی تعریف درج ذیل ہے۔  
تعریف: منطقی نفی آزاد متغیر کا متم دیتا ہے۔

□

۳.۱.۴ منطقی بلا شرکت جمع

دو آزاد متغیرات کا ایسا بولین تفاعل جدول ۳.۷ میں دکھایا گیا ہے، جس کا تابع متغیر اس صورت 1 ہے جب صرف ایک آزاد متغیر 1 ہو۔ یہ دو متغیر منطقی بلا شرکت جمع  $\oplus$  ہے۔ اس تصور کو متعدد آزاد متغیرات

NOT<sup>۴</sup>  
exclusive OR, XOR<sup>۸</sup>



A	B	C	Z
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

A	B	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

جدول ۳.۸: تین متغیر منطقی بلا شرکت جمع کا جدول  
صد اقت۔

جدول ۳.۷: دو متغیر منطقی بلا شرکت جمع کا جدول  
صد اقت۔

تک وسعت دے کر بیان کرتے ہیں۔

تشریف: طاق تعداد کے آزاد متغیرات 1 ہونے کی صورت میں منطقی بلا شرکت کا تابع متغیر 1 ہوگا۔

□

تین آزاد متغیر بلا شرکت جمع تفاعل کو جدول ۳.۸ میں پیش کیا گیا ہے۔

دو اور تین آزاد متغیر منطقی بلا شرکت کی مساوات درج ذیل ہوں گی۔

$$\begin{aligned} Z &= A \oplus B & (\text{دو آزاد متغیر منطقی بلا شرکت جمع}) \\ Z &= A \oplus B \oplus C & (\text{تین آزاد متغیر بلا شرکت جمع}) \end{aligned} \quad (3.4)$$

### ۳.۱.۵ منطقی ضد بلا شرکت جمع

منطقی بلا شرکت جمع تفاعل کا نفی (یعنی متمم) لینے سے منطقی ضد بلا شرکت جمع حاصل ہوگا، جو دو اور تین آزاد متغیرات کے لئے درج ذیل لکھا جاتا ہے۔

$$\begin{aligned} Z &= \overline{A \oplus B} \\ Z &= \overline{A \oplus B \oplus C} & (\text{تین متغیر منطقی ضد بلا شرکت جمع}) \end{aligned} \quad (3.5)$$

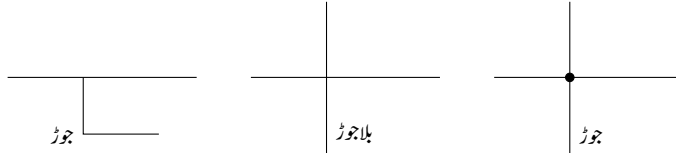
جدول ۳.۷ اور جدول ۳.۸ میں تابع متغیر نفی کرنے سے بالترتیب دو اور تین منطقی ضد بلا شرکت تفاعل حاصل ہوں گے جنہیں جدول ۳.۹ اور جدول ۳.۱۰ میں پیش کیا گیا ہے۔

A	B	C	Z
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

A	B	Z
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

جدول ۳.۱۰: تین متغیر بولین ضد بلا شرکت جمع کا جدول صداقت۔

جدول ۳.۹: دو متغیر منطقی ضد بلا شرکت جمع کا جدول صداقت۔



شکل ۳.۱: تاروں کے بیچ برقی جوڑ۔

## ۳.۲ برقی تاروں میں جوڑ کی وضاحت

شکل ۳.۱ پر غور کریں جس میں برقی تاروں کے بیچ جوڑ کی وضاحت کی گئی ہے۔

جہاں ایک تار دوسری تار کے اوپر سے گزرتی ہو اور دونوں آپس میں جھڑی ہوں، وہاں جوڑ کے مقام پر نقطے کا نشان لگایا جاتا ہے۔ ایسی صورت میں انہیں ایک تار تصور کیا جائے۔

جہاں تاریں آپس میں جھڑی نہ ہوں وہاں انہیں بغیر نقطے کے نشان سے ایک دوسری کے اوپر سے گزرتا دکھایا جاتا ہے۔ نقطہ کے نشان کی غیر موجودگی میں ان تاروں کو دو علیحدہ اور بلا جوڑ تاریں سمجھا جائے۔

تیسری صورت بھی شکل میں دکھائی گئی ہے جہاں غلط فہمی کا امکان نہیں پایا جاتا۔ اس میں ایک تار کا سر دوسری تار پر ختم ہوتا ہے۔ ایسی صورت میں انہیں ایک تار تصور کیا جائے (یعنی یہ دونوں آپس میں جھڑی ہیں)۔

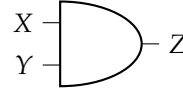
## ۳.۳ عددی گیٹ

بولین الجبرا کے تین اہم ترین تفاعل (منطقی ضرب، منطقی جمع، اور منطقی نفی) پر حصہ ۳.۱ میں غور کیا گیا۔ تفاعلات عددی برقیات میں کلیدی کردار ادا کرتے ہیں، جہاں انہیں عددی ادوار کی مدد سے عملی جام

X	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1
Y	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0
Z	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0

شکل ۳.۳: ضرب گیٹ کی کارکردگی۔

مداخلت      مخرج



شکل ۳.۲: دومداخلت ضرب گیٹ۔

پہنایا جاتا ہے۔ یہ مخصوص عددی ادوار، عددی گیٹ یا مختصر گیٹ کہلاتے ہیں۔

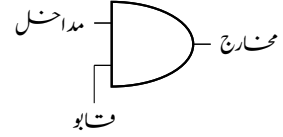
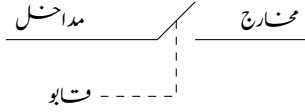
### ۳.۳.۱ ضرب گیٹ

منطقی (بولین) ضرب تفاعل کو، شکل ۳.۲ میں پیش، ضربے گیٹ<sup>۱۱</sup> عملی جامع پہناتا ہے۔ آزاد متغیرات، X اور Y، ضرب گیٹ کی بائیں جانب، جبکہ تابع متغیر، Z، دائیں جانب ہے۔ دو متغیر ضرب گیٹ (دو مداخلت ضرب گیٹ) کے دو مداخلت اور ایک مخرج ہوگا۔ یہ گیٹ، ضرب تفاعل کے جدول صداقت کو مطمئن کرتا ہے۔

شکل ۳.۳ میں دو مداخلت ضرب گیٹ کی کارکردگی ترسیم کی گئی ہے، جہاں 0 کو ”پست“ اور 1 کو ”بلند“ لکیر سے ظاہر کیا گیا ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ مخرج صرف اور صرف اس صورت بلند ہوتا ہے جب ضرب گیٹ کے تمام مداخلت بلند ہوں۔ ہم 0 کو پست<sup>۱۲</sup> یا کاڈے<sup>۱۳</sup> اور 1 کو بلند<sup>۱۴</sup> یا صادق<sup>۱۵</sup> بھی پکارتے ہیں۔ (چونکہ جدول صداقت میں کاڈب اور صادق حال درج ہوگا، لہذا اس کو ”جدول صداقت“ کہتے ہیں۔) اس شکل میں مداخلت کو کسی خاص ترتیب سے تبدیل نہیں کیا گیا۔

ضرب گیٹ کو شکل ۳.۴ میں بطور عددی گیٹ یا عددی سوئچ دکھایا گیا ہے جہاں ایک داخلی پینا<sup>۱۶</sup> کو قابو<sup>۱۷</sup> نام دیا گیا ہے جبکہ دوسرے کو (ہمیشہ کی طرح) مداخلت کہا گیا ہے۔ ضرب گیٹ کے جدول صداقت سے واضح ہے کہ جب تک فتابو پینا 0 ہو، خارجی پینا 0 رہتا ہے۔ اس صورت میں مداخلت پر موجود مواد، خارجی پینا تک نہیں پہنچ سکتا، یعنی اس پر 0 یا 1 کا مخرج پر کوئی اثر نہیں ہوتا؛ ہم کہتے ہیں فتابو پینا نے ضرب گیٹ کو معذور<sup>۱۸</sup> کر دیا۔ اس کے برعکس اگر فتابو پینا 1 ہو تب خارجی پینا پر وہی کچھ ہوگا جو مداخلت پر ہوگا؛ ہم کہتے ہیں ضرب گیٹ مجاز<sup>۱۹</sup> کر دیا گیا ہے۔ فتابو پینا پر ایک یا صفر سے داخلی اشارہ (مواد) کو خارجی پینا تک پہنچنا، ممکن یا ناممکن بنایا جا سکتا ہے۔ یوں یہ ایک ”دروازے“ کی طرح کام کرتا ہے، جس کی بنا پر یہ ”گیٹ“ کہلاتا ہے۔ فتابو پینا کو، معذور

<sup>۱۰</sup> gates  
<sup>۱۱</sup> ANDgate  
<sup>۱۲</sup> low  
<sup>۱۳</sup> false  
<sup>۱۴</sup> high  
<sup>۱۵</sup> true  
<sup>۱۶</sup> pin  
<sup>۱۷</sup> control  
<sup>۱۸</sup> disabled  
<sup>۱۹</sup> enabled



شکل ۴.۳: ضرب گیٹ بطور سوئچ یا ایک بٹ گیٹ۔

	معذور			مجاز				معذور			
فتابو	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
مداخل	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
مخرج	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0

شکل ۵.۳: ضرب گیٹ کی کارکردگی۔

اور مجاز بنانے والا پنیا بھی کہتے ہیں۔ شکل ۵.۳ میں ضرب گیٹ کی کارکردگی دکھائی گئی ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ صرف مجاز صورت میں مواد مخرج تک پہنچتا ہے؛ معذور صورت میں مخرج ہمیشہ پست رہے گا۔

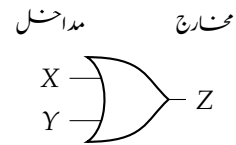
### ۳.۳.۲ جمع گیٹ

منطقی جمع (بولین جمع) تفاعل کو جمع گیٹ سے عملی جامع پہنا یا جاتا ہے۔ دو مداخل جمع گیٹ شکل ۳.۶ میں دکھایا گیا ہے۔ یہ گیٹ، جمع تفاعل کے جدول صداقت کو مطمئن کرتا ہے۔

جمع گیٹ کی کارکردگی شکل ۷.۳ میں ترسیم کی گئی ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں، جمع گیٹ کا مخرج اس صورت بلند ہوگا جب کوئی ایک یا ایک سے زیادہ مداخل بلند ہو۔

جمع گیٹ میں اگر کسی ایک پنیا کو فتابو پنیا سمجھا جائے تو پست فتابو، گیٹ کو مجاز بنا کر، داخلی مواد کو مخرج تک پہنچنے کی اجازت دیتا ہے، جبکہ بلند فتابو کی صورت میں مخرج لازمًا بلند رہتا ہے۔

X	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1
Y	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0
Z	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0

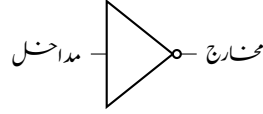


شکل ۷.۳: جمع گیٹ کی کارکردگی۔

شکل ۶.۳: دو مداخل جمع گیٹ۔

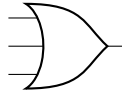
مداخل	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1
مخارج	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0

شکل ۳.۹: نفی گیٹ کی کارکردگی۔



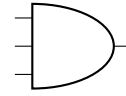
شکل ۳.۸: نفی گیٹ۔

A	B	C	Z
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1



شکل ۳.۱۱: تین مداخل جمع گیٹ۔

A	B	C	Z
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1



شکل ۳.۱۰: تین مداخل ضرب گیٹ۔

### ۳.۳.۳ نفی گیٹ

نفی تفاعل کو نفی گیٹ<sup>۲۱</sup> سے عملی جامع پہنایا جاتا ہے، جس کی علامت شکل ۳.۸ میں دکھائی گئی ہے، اور جو مواد کو مخارج تک پہنچنے سے روک نہ پانے کے باوجود (نفی) ”گیٹ“ کہلاتا ہے۔ اس کی کارکردگی شکل ۳.۹ میں ترسیم کی گئی ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں، نفی گیٹ کا مخارج اس کے مداخل کا اُلٹ ہوگا۔ یہ گیٹ، نفی تفاعل کے جدول صداقت کو مطمئن کرتا ہے۔

نفی تفاعل ایک آزاد اور ایک تابع متغیر رکھتا ہے، لہذا نفی گیٹ کا ایک مداخل اور ایک مخارج ہوگا۔

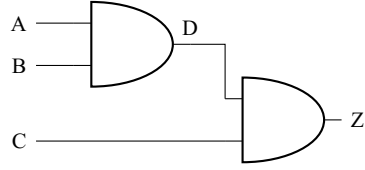
### ۳.۳.۴ متعدد مداخل گیٹ

ضرب گیٹ اور جمع گیٹ کے متعدد مداخل ہو سکتے ہیں (تاہم، ان کا مخارج ایک ہوگا)۔ شکل ۳.۱۰ میں تین مداخل ضرب گیٹ اور جدول، اور شکل ۳.۱۱ میں تین مداخل جمع گیٹ اور جدول صداقت دکھائے گئے ہیں، جہاں A، B، اور C مداخل جبکہ Z مخارج ہے۔ ضرب گیٹ کا مخارج اس صورت بلند ہوگا جب تمام مداخل بلند ہوں، جبکہ جمع گیٹ کا مخارج اس صورت بلند ہوگا جب کوئی بھی مداخل بلند ہو۔

شکل ۳.۱۲ میں دو ضرب گیٹ یوں جوڑے گئے ہیں کہ ایک کا مخارج دوسرے کے مداخل سے جڑا ہے۔ ساتھ ہی اس دور کا جدول صداقت دیا گیا ہے۔ پہلے جدول استعمال کیے بغیر اس دور کو سمجھنے کی کوشش کرتے ہیں۔ مخارج Z اس صورت بلند ہوگا جب دائیں گیٹ کے مداخل C اور D دونوں بلند ہوں لیکن D بلند ہونے کے

<sup>۲۱</sup> NOTgate

A	B	C	D	Z
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	0	0
1	0	1	0	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1



شکل ۳.۱۲: دو مداحصل ضرب گیٹ سے تین مداحصل ضرب گیٹ کا حصول۔

لئے ضروری ہے کہ بائیں گیٹ کے مداحصل A اور B دونوں بلند ہوں۔ یوں A، B اور C بلند ہونے کی صورت میں محارج Z بلند ہوگا؛ یہی تین مداحصل ضرب گیٹ کی خاصیت ہے۔

آئیں اب جدول کو سمجھتے ہیں۔ تین مداحصل ABC کے حنانوں کو تین ہندسوں کے شنائی اعداد 000 تا 111 سے پُر کریں۔ اس کے بعد بائیں ضرب گیٹ کے محارج D کے حنانے پُر کریں۔ یاد رہے کہ یہ صرف A اور B پر منحصر ہے اور صرف اس صورت بلند ہوگا جب یہ دونوں بلند ہوں، جو آخری دو صفوں میں ہوگا۔ اس کے بعد دائیں ضرب گیٹ کے محارج Z کے حنانے پُر کریں۔ یہ صرف C اور D پر منحصر ہے، اور بلند صرف اس صورت ہوگا جب یہ دونوں بلند ہوں۔

ان نتائج کے جدول کا شکل ۳.۱۰ میں پیش تین مداحصل ضرب گیٹ کے جدول کے ساتھ کریں۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ شکل ۳.۱۲ میں دونوں ضرب گیٹ مل کر تین مداحصل ضرب گیٹ کا کردار ادا کرتے ہیں۔ یوں دو مداحصل ضرب گیٹوں کی مدد سے زیادہ مداحصل کا ضرب گیٹ حاصل کیا جاسکتا ہے۔

شکل ۳.۱۳ میں دو مداحصل جمع گیٹوں سے تین مداحصل جمع گیٹ کا حصول دکھایا گیا ہے۔ یہاں Z صرف اس صورت پرست ہوگا جب دائیں گیٹ کے دونوں مداحصل، C اور D، پرست ہوں لیکن D صرف اس صورت پرست ہو سکتا ہے جب بائیں گیٹ کے مداحصل، A اور B، پرست ہوں۔ یوں Z صرف اس صورت پرست ہوگا جب A، B، اور C پرست ہوں، جو تین مداحصل جمع گیٹ کی خاصیت ہے۔

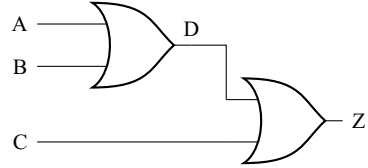
جمع گیٹ اور ضرب گیٹ پر مبني، شکل ۳.۱۴ میں دکھائے گئے ادوار کو مثال بن کر، عددی ادوار حل کرنا سیکھتے ہیں۔

شکل ۳.۱۴-الف سے آغاز کرتے ہیں جہاں گیٹوں کو  $u1$ ،  $u2$ ، اور  $u3$  نام دیے گئے ہیں۔ جمع گیٹ  $u1$  اور  $u2$  کے حنارجی پنے، جمع گیٹ  $u3$  کے داخلي پنیوں سے جڑے ہیں۔ چونکہ  $u1$  کا محارج  $A + B$  اور  $u2$  کا محارج  $C + D$  دیگا، لہذا  $u3$  کا محارج  $(A + B) + (C + D)$  یعنی  $A + B + C + D$  دیگا۔

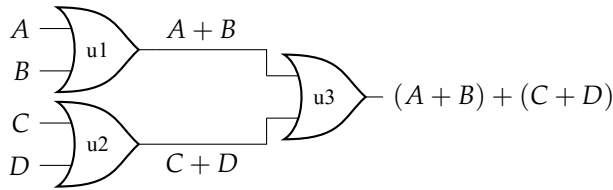
آئیں اب شکل ۳.۱۴-ب حل کرتے ہیں۔ یہاں  $u4$  اور  $u5$  کے محارج بالترتيب  $A + B$  اور  $C + D$  دیں گے۔ چونکہ  $u6$  ضرب گیٹ ہے، لہذا اس کا محارج  $(A + B)(C + D)$  ہوگا۔

شکل ۳.۱۵-الف میں  $u2$  کا محارج  $u3$  کے مداحصل اور  $u4$  کے مداحصل کے ساتھ جڑا ہے۔ گیٹ  $u1$  اور

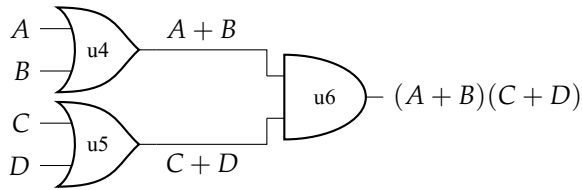
A	B	C	D	Z
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	1	1
1	0	0	1	1
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1



شکل ۱۳.۳: دومدا حاصل جمع گیٹ سے تین مدا حاصل جمع گیٹ کا حصول۔

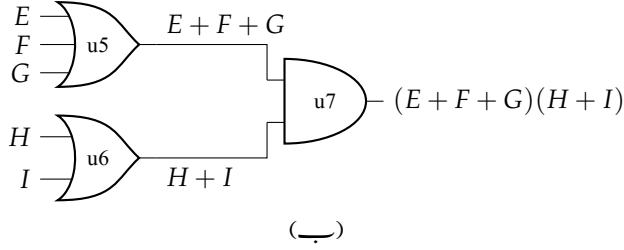
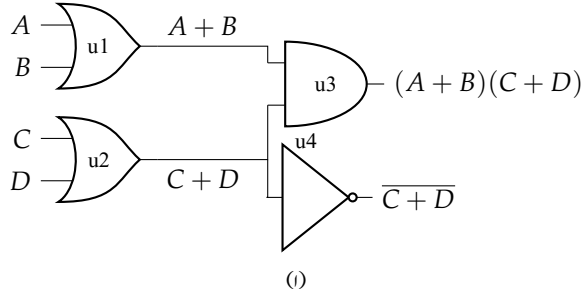


(i)



(ب)

شکل ۱۳.۴: جمع اور ضرب گیٹ کے ادوار۔



شکل ۳.۱۵: گیٹوں کا دوسرا دور۔

u2 کے مخارج بالترتیب  $A + B$  اور  $C + D$  ہیں۔ گیٹ u3 کا مخارج  $(A + B)(C + D)$  اور u4 کا مخارج  $\overline{C + D}$  ہوگا۔ آپ شکل ۳.۱۵-ب کا حل، شکل کو دیکھ کر سمجھ سکتے ہیں۔

### ۳.۳.۵ ضرب متمم گیٹ اور جمع متمم گیٹ

شکل ۳.۱۶-الف میں تین مداحل ضرب گیٹ کا مخارج  $ABC$  ہوگا، جو نفی گیٹ کا مداحل ہے، لہذا نفی گیٹ کا مخارج  $Z = \overline{ABC}$  ہوگا۔ ضرب گیٹ کے مخارج کا متمم اتنی اہمیت رکھتا ہے کہ اس کے لئے علیحدہ گیٹ بنایا گیا ہے، جسے ضرب متمم<sup>۲۲</sup> گیٹ (یا ضد ضربے گیٹ) کہتے ہیں اور جو شکل-ب میں (تین مداحل کے لئے) دکھایا گیا ہے۔ ضرب گیٹ کے جدول کا متمم لینے سے ضرب متمم گیٹ کا جدول صداقت حاصل ہوگا جو اسی شکل میں پیش کیا گیا ہے۔

دو مداحل ضرب متمم گیٹ کی مساوات درج ذیل ہوگی، جہاں  $X$  اور  $Y$  مداحل جبکہ  $Z$  مخارج ہے۔

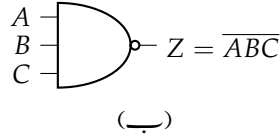
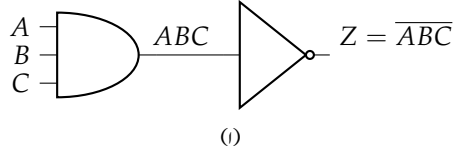
$$(۳.۶) \quad Z = \overline{XY} = \overline{X} + \overline{Y} \quad (\text{ضرب متمم})$$

شکل ۳.۱۷-الف میں تین مداحل جمع گیٹ کا مخارج  $A + B + C$  ہوگا، جو نفی گیٹ کا مداحل ہے، لہذا نفی گیٹ کا مخارج  $Z = \overline{A + B + C}$  ہوگا۔ جمع گیٹ کے مخارج کا متمم اتنی اہمیت رکھتا ہے کہ اس کے لئے علیحدہ

<sup>۲۲</sup>NAND

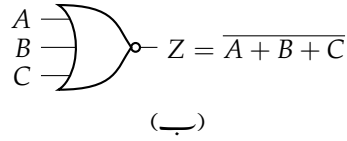
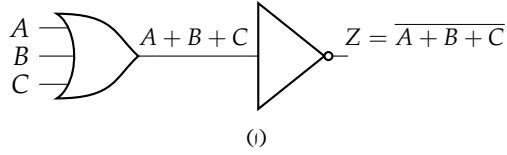


A	B	C	Z
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0



شکل ۱۶: ضرب متمم گیٹ یا ضد ضرب گیٹ۔

A	B	C	Z
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0



شکل ۱۷: جمع متمم گیٹ یا ضد جمع گیٹ۔

$$X \text{ --- } \text{OR Gate} \text{ --- } Z = \overline{X} + \overline{X} = \overline{X} \quad X \text{ --- } \text{AND Gate} \text{ --- } Z = \overline{X} \cdot \overline{X} = \overline{X}$$

شکل ۳.۱۸: ضرب متمم اور جمع متمم گیٹ سے نفی گیٹ کا حصول۔

گیٹ بنایا گیا ہے، جسے جمع متمم گیٹ (یا منہ جمع گیٹ) کہتے ہیں اور جو شکل-ب میں (تین مداحصل کے لئے) دکھایا گیا ہے۔ جمع گیٹ کے جدول کا متمم لینے سے جمع متمم گیٹ کا جدول حاصل ہو گا جو اسی شکل میں پیش کیا گیا ہے۔

دو مداحصل جمع متمم گیٹ کی مساوات درج ذیل ہوگی، جہاں  $X$  اور  $Y$  مداحصل جبکہ  $Z$  مخارج ہے۔

$$(۳.۷) \quad Z = \overline{X + Y} = \overline{X} \cdot \overline{Y} \quad (\text{جمع متمم})$$

شکل ۳.۱۸ میں ضرب متمم اور جمع متمم گیٹ سے نفی گیٹ کا حصول دکھایا گیا ہے۔ ضرب متمم کے دونوں مداحصل کو آپس میں جوڑا گیا ہے، لہذا دونوں مداحصل پر  $X$  ہو گا۔ یوں مخارج  $Z = \overline{X} \cdot \overline{X}$  یعنی  $Z = \overline{X}$  ہو گا؛ یہاں اس حقیقت کو استعمال کیا گیا ہے کہ اگر  $X = 0$  ہو تب  $X \cdot X = 0$  بھی ہو گا، اور اگر  $X = 1$  ہو تب  $X \cdot X = 1$  بھی ہو گا، لہذا  $X \cdot X = X$  لکھا جاسکتا ہے۔ نفی گیٹ کا مخارج بھی یہی ( $Z = \overline{X}$ ) دیکھا، لہذا ضرب گیٹ کے دونوں مداحصل آپس میں جوڑنے سے نفی گیٹ کی کارکردگی حاصل ہوگی۔ اسی طرح (تسلی کر لیں کہ) جمع گیٹ کے مداحصل آپس میں جوڑنے سے بھی نفی گیٹ حاصل ہوگا۔

شکل ۳.۱۹-الف میں تین جمع متمم گیٹ یوں جوڑے گئے ہیں کہ  $Z = XY$  حاصل ہو، جو ضرب گیٹ کی کارکردگی ہے۔ یوں جمع متمم گیٹوں سے ضرب گیٹ حاصل ہوگا۔

شکل ۳.۱۹-ب میں جمع گیٹ کا حصول دکھایا گیا ہے۔ اس کا مخارج  $Z = X + Y$  ہے۔

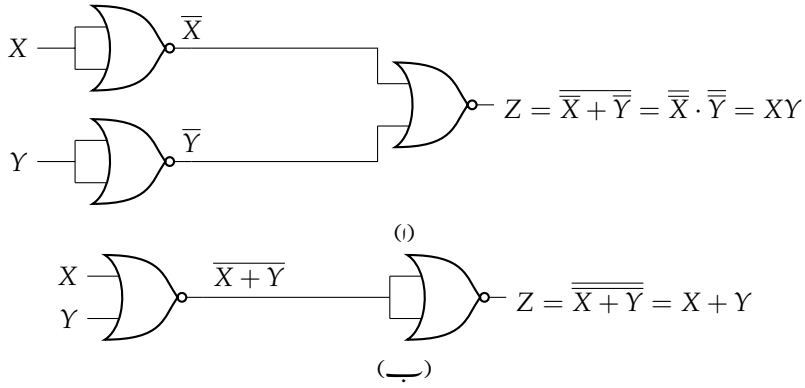
شکل ۳.۲۰ میں ضرب متمم گیٹ سے (۱) جمع گیٹ اور (ب) ضرب گیٹ کا حصول دکھایا گیا ہے۔

### ۳.۳.۶ بلا شرکت جمع گیٹ اور بلا شرکت جمع متمم گیٹ

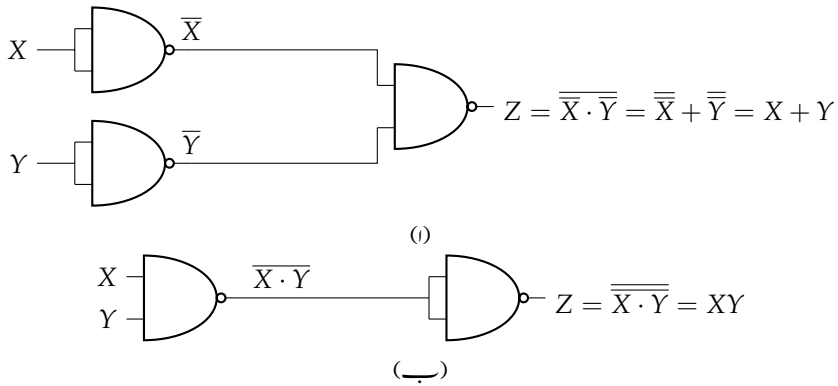
بلا شرکت جمع تفاعل کو بلا شرکت جمع<sup>۳۳</sup> گیٹ سے حاصل کیا جاتا ہے جس کا جدول اور علامت، شکل ۳.۲۱-الف میں پیش کیے گئے ہیں۔ اسی طرح بلا شرکت جمع متمم (یا منہ بلا شرکت جمع) تفاعل کو بلا شرکت جمع<sup>۳۴</sup> متمم گیٹ (یعنی ضد بلا شرکت جمع<sup>۳۴</sup> گیٹ) کی مدد سے حاصل کیا جاتا ہے جس کا جدول صداقت اور علامت، شکل-ب میں پیش کیے گئے ہیں۔

بلا شرکت جمع گیٹ کے مخارج کے ساتھ نفی گیٹ منسلک کرنے سے بلا شرکت جمع متمم گیٹ حاصل کیا جاسکتا ہے۔ بلا شرکت جمع گیٹ کی کارکردگی شکل ۳.۲۲ میں دکھائی گئی ہے، جہاں  $X$  اور  $Y$  مداحصل جبکہ  $Z$  مخارج ہے۔

$$\begin{aligned} & \text{XOR}^{۳۳} \\ & \text{XNOR}^{۳۴} \end{aligned}$$



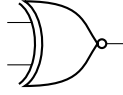
شکل ۱۹: ۳: جمع متعم سے (ا) ضرب گیٹ اور (ب) جمع گیٹ کا حصول۔



شکل ۲۰: ۳: ضرب متعم سے (ا) جمع گیٹ اور (ب) ضرب گیٹ کا حصول۔

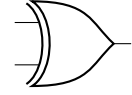
A	B	C	Z
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

(ب)

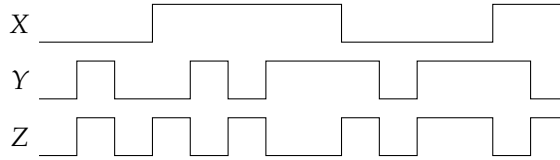


A	B	C	Z
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

(i)



شکل ۳.۲۱: (i) بلا شرکت جمع گیٹ اور (ب) بلا شرکت جمع متعم گیٹ۔



شکل ۳.۲۲: بلا شرکت جمع گیٹ کی کارکردگی۔

تین مداحل بلا شرکت جمع گیٹ کا محارج حاصل کرنے کے لئے اس کے کسی دو مداحل کا بلا شرکت جمع حاصل کریں اور حاصل جواب کا تیسرے مداحل کے ساتھ بلا شرکت جمع لیں۔ یہی بلا شرکت جمع ہو گا۔ متعدد مداحل بلا شرکت جمع گیٹ کا محارج اس صورت بلند ہو گا جب بلند مداحل کی تعداد طاق ہو۔

آپ سے گزارش ہے کہ مذکورہ بالا تقاضات اور گیٹوں کو اچھی طرح سمجھیں اور ذہن نشین کریں۔

### ۳.۴ گیٹوں کے برقی خواص

گیٹ (کا محارج) اس صورت بلند تصور کیا جاتا ہے جب اس (کے محارج پنی) کا محارجی دباؤ ایک مخصوص قیمت کے برابر یا اس سے زیادہ ہو۔ یہ قیمت بلند خارجی برقی دباؤ  $V_{OH}^{۲۵}$  کہلاتی ہے۔ بلند صورت میں گیٹ، محارج پنی پر ایک مخصوص قیمت تک برقی رو محارج (مہیا) کر سکتا ہے، جو گیٹ کا بلند خارجی برقی رو  $I_{OH}^{۲۶}$  کہلاتا ہے۔

گیٹ (کا محارج) اس صورت پست تصور کیا جاتا ہے جب اس (کے محارج پنی) کا محارجی دباؤ ایک مخصوص قیمت کے برابر یا اس سے کم ہو۔ یہ قیمت پست خارجی برقی دباؤ  $V_{OL}^{۲۷}$  کہلاتی ہے۔ پست گیٹ، محارج پنی پر

<sup>۲۵</sup> output HIGH voltage  
<sup>۲۶</sup> output high current  
<sup>۲۷</sup> output LOW voltage

ایک مخصوص قیمت تک برقی رو جذب کر سکتا ہے، جو گیٹ کا پوسٹ خارج برقی رو  $I_{OL}^{۲۸}$  کہلاتا ہے۔

گیٹ ایک مخصوص قیمت اور اس سے زیادہ داخلی برقی دباؤ کو بلند تصور کرتا ہے۔ اس برقی دباؤ کو بلند داخلی برقی دباؤ  $V_{IH}^{۲۹}$  کہتے ہیں۔ گیٹ کے کسی ایک مداحل کو بلند کرنے کی خاطر درکار برقی رو کو بلند داخلی برقی رو  $I_{IH}^{۳۰}$  کہتے ہیں۔

گیٹ ایک مخصوص قیمت اور اس سے کم داخلی برقی دباؤ کو پست تصور کرتا ہے۔ اس قیمت کو پست داخلی برقی دباؤ  $V_{IL}^{۳۱}$  کہتے ہیں۔ گیٹ کے کسی ایک مداحل کو پست کرنے کی خاطر درکار برقی رو کو پست داخلی برقی رو  $I_{IL}^{۳۲}$  کہتے ہیں۔

گیٹوں کو آپس میں برقی تاروں سے جوڑا جاتا ہے۔ کبھی کبھار ان تاروں میں، بجائے استعمال پر پائے جانے والے تغیر پذیر برقی و مقناطیسی میدان کی وجہ سے، غصیر ضروری اور نا پسندیدہ برقی دباؤ پیدا ہوتا ہے جسے برقی شور  $^{۳۳}$  کہتے ہیں۔ ایک گیٹ کے پست خارجی برقی دباؤ کے ساتھ یہ شور جمع ہو کر اگلے گیٹ کے پست داخلی برقی دباؤ سے تباہ کر سکتا ہے۔ اسی طرح برقی شور بلند خارجی برقی دباؤ سے نفی ہو کر بلند داخلی برقی دباؤ سے کم ہو سکتا ہے۔ ان دونوں صورتوں میں اگلا گیٹ غصیر متوقع نتائج دیگا۔

بلند خارجی برقی دباؤ کی قیمت، بلند داخلی برقی دباؤ کی قیمت سے زیادہ ہوتی ہے۔ ان کے منفرق کو بلند حال شور کے گچائش  $^{۳۴}$   $V_{NH}$  کہتے ہیں (شکل ۳.۲۳، دیکھیں)۔

$$(۳.۸) \quad V_{NH} = V_{OH} - V_{IH}$$

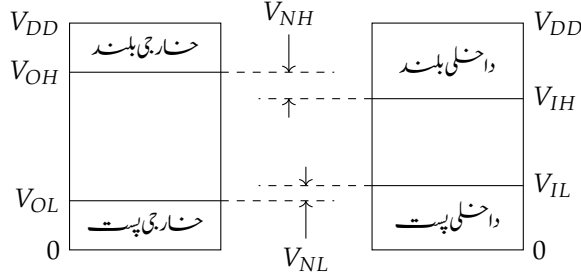
پست خارجی برقی دباؤ کی قیمت، پست داخلی برقی دباؤ کی قیمت سے کم ہوتی ہے۔ ان کے منفرق کو پست حال شور کے گچائش  $^{۳۵}$   $V_{NL}$  کہتے ہیں۔

$$(۳.۹) \quad V_{NL} = V_{IL} - V_{OL}$$

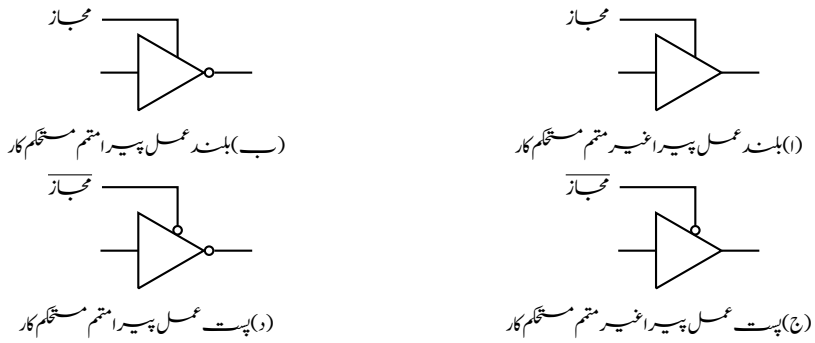
شکل ۳.۲۳ میں  $V_{DD}$  گیٹ کو مہیا کردہ برقی دباؤ ہے جسے اس کتاب میں مثبت پانچ وولٹ (5 V) تصور کیا گیا ہے جبکہ 0 سے مراد صفر وولٹ برقی دباؤ (یعنی برقی زمین) ہے۔

پست داخلی برقی دباؤ اور بلند داخلی برقی دباؤ کے بیچ سمعت ( $V_{IH}$  تا  $V_{IL}$ ) معنی نہیں رکھتا اور غصیر متوقع صورت پیدا کر سکتا ہے، لہذا عددی اشارات اس خطہ کو استعمال نہیں کرتے۔ گیٹ اپنے محارج کو تب تک بلند رکھ سکتا ہے جب تک یہ (اپنی) بلند خارجی برقی رو حد یا اس سے کم برقی رو مہیا کرتا ہو۔ اسی طرح گیٹ اپنے محارج تب تک پست رکھ سکتا ہے جب تک گیٹ (اپنی) پست خارجی برقی رو حد یا اس سے کم رو جذب کرے۔ ایسے مقام پر جہاں گیٹ ان حدود کے اندر نہ رہ سکے، ایسا تو ناگیٹ نسب کیا جائے گا جو زیادہ برقی رو خارجی یا (اور) جذب کر سکے۔ یہ تو ناگیٹ، مستحکم کار کہلاتا ہے، جس پر اب غور کرتے ہیں۔

outputLowCurrent<sup>۲۸</sup>  
inputHighVoltage<sup>۲۹</sup>  
inputHighCurrent<sup>۳۰</sup>  
inputLowVoltage<sup>۳۱</sup>  
inputLowCurrent<sup>۳۲</sup>  
noise<sup>۳۳</sup>  
highstatenoisemargin<sup>۳۴</sup>  
lowstatenoisemargin<sup>۳۵</sup>



شکل ۳.۲۳: شور کی گنجائش کا تعین۔



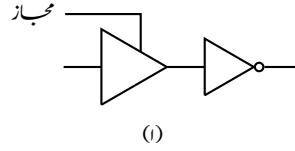
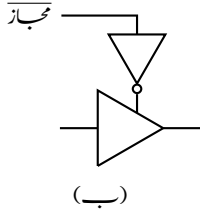
شکل ۳.۲۴: محباز و معذور صلاحیت کے مستحکم کار۔

### ۳.۴.۱ مستحکم کار

جیسا ذکر ہوا، مستحکم کار<sup>۳۶</sup> وہ توانا گیٹ ہے جو زیادہ برقی رو خارج اور جذب کر سکتا ہے۔ اسے عموماً اس مقام پر نسب کیا جاتا ہے جہاں درکار برقی رو عام گیٹ کے برقی رو کی حدود سے تجاوز کرتا ہو۔ عام طور پر مستحکم کار محباز و معذور ہونے کی صلاحیت بھی رکھتا ہے۔

مستحکم کار کی مختلف اقسام کی علامتیں شکل ۳.۲۴ میں دکھائی گئی ہیں۔ محباز کردہ مستحکم کار، داخلی مواد کو خارج کرتا ہے جبکہ معذور کردہ مستحکم کار منقطع سوچ کی طرح دونوں اطراف کے ادوار منقطع کرتا ہے۔ معذور مستحکم کار ”زیادہ رکاوٹی حال“ اختیار کرتے ہوئے 0 اور 1 خارج کرتا ہے۔ زیادہ رکاوٹی حال کو ہم بلند رکاوٹی حال<sup>۳۷</sup> کہتے ہیں۔ آپ جاننے ہیں کہ عام گیٹ مثلاً جمع گیٹ یا ضرب گیٹ کا محباز لازمًا بلند یا پست ہوگا۔ ہم کہتے ہیں یہ گیٹ دو حال

<sup>۳۶</sup>buffer  
<sup>۳۷</sup>high impedance state



شکل ۳.۲۵: نفی گیٹ استعمال کرنے سے دیگر مستحکم کار حاصل کیے جاتے ہیں۔

<sup>۳۸</sup> یا دو حال ہیں، یعنی ان کے دو حال (بلند حال اور پست حال) ممکن ہیں۔ محراز و معذور صلاحیت کا مستحکم کار تین مختلف حال (بلند حال، پست حال اور بلند رکاوٹی حال) میں ہو سکتا ہے لہذا یہ سہ حال <sup>۳۹</sup> یا سہ حال کہلائے گا۔

محراز و معذور صلاحیت کے مستحکم کار بطور برقی سوئچ کام کرتے ہیں۔ شکل ۳.۲۴-۱ اور ب کے مستحکم کار کو منقطع کرنے کی خاطر ”محراز“ کو پست کیا جائے گا، جبکہ اسے بلند کرنے سے مستحکم کار محراز ہو کر مداحصل کے مواد کو محراز تک پہنچائے گا۔ شکل-ج اور د میں مستحکم کار کے محراز کو مداحصل سے منقطع کرنے کی خاطر محراز برقی اشارہ کو بلند کیا جائے گا، جبکہ انہیں جوڑنے کی خاطر اس برقی اشارے کو پست کیا جائے گا۔ مزید، شکل ب اور د میں محراز پر داخل اشارے کا متم حاصل ہوگا۔ انہیں وجوہات کی بنا پر شکل ۳.۲۴-۱ کا دور بلند عمل پیرا غیر متم مستحکم کار <sup>۴۰</sup>، شکل-ب بلند عمل پیرا متم مستحکم کار <sup>۴۱</sup>، شکل-ج پست عمل پیرا غیر متم مستحکم کار <sup>۴۲</sup>، اور شکل-د پست عمل پیرا متم مستحکم کار <sup>۴۳</sup> کہلاتے ہیں۔

شکل ۳.۲۴-الف کے مستحکم کار کے محراز کو نفی گیٹ سے منسلک کر کے شکل-ب کا مستحکم کار حاصل ہوگا (شکل ۳.۲۵-الف دیکھیں) جس کا محراز داخل اشارے کا متم ہوگا۔ اسی طرح شکل ۳.۲۴-الف کے فتاوا اشارہ (محراز) سے پہلے نفی گیٹ نصب کرنے سے شکل-ج حاصل ہوگا (شکل ۳.۲۵-ب دیکھیں)۔ شکل ۳.۲۴-الف کے فتاوا اشارہ (محراز) سے پہلے اور محراز کے بعد نفی گیٹ نصب کرنے سے شکل-د حاصل ہوگا۔

بلند عمل پیرا غیر متم مستحکم کار (شکل ۳.۲۴-الف) کی کارکردگی جدول ۳.۱۱-الف میں پیش کی گئی ہے۔ غیر محراز مستحکم کار کا محراز ”بلند رکاوٹی حال“ میں ہوگا۔ جدول-الف کی اولین دو صف اس صورت کو ظاہر کرتی ہیں؛ چونکہ غیر محراز حال میں مداحصل کی قیمت نتائج پر اثر انداز نہیں ہوتی، انہیں جدول میں  $x$  سے ظاہر کیا جاتا ہے (جدول-ب دیکھیں)؛ جہاں  $x$  ”غیر دلچسپ“ قیمتوں کو ظاہر کرتا ہے (جن کا 0 یا 1 ہونے کا کوئی اثر نہیں پایا

two-state<sup>۳۸</sup>  
tri-state<sup>۳۹</sup>  
activehighnoninvertingbuffer<sup>۴۰</sup>  
activehighinvertingbuffer<sup>۴۱</sup>  
activelownoninvertingbuffer<sup>۴۲</sup>  
activelowinvertingbuffer<sup>۴۳</sup>

جدول ۱۱.۳: بلند عمل پیرا غیر متمم مستحکم کار کی کارکردگی۔

(ب)			(۱)		
مجاز	مداخل	مخارج	مجاز	مداخل	مخارج
0	x	بلند رکاوٹی حال	0	0	بلند رکاوٹی حال
1	0	0	0	1	بلند رکاوٹی حال
1	1	1	1	0	0
			1	1	1

حباتا۔

جدول سے آپ دیکھ سکتے ہیں کہ ”مجاز“ کو پست (0) کرنے سے مستحکم کار بلند رکاوٹی حال اختیار کر کے، مخارج سے حبڑے ادوار پر کسی قسم کا اثر نہیں رکھتا۔ مجاز بلند (1) کرنے سے مخارج پر وہی مواد حارج ہوگا جو مداخل پر مہیا کیا جائے۔

مستحکم کار داخلی جانب سے حارجی جانب مواد منتقل کرتا ہے۔ جہاں دو ادوار کے مابین دونوں جانب مواد کی ترسیل درکار ہو، وہاں دو مستحکم کار آپس میں متوازی الٹے جوڑے جاتے ہیں، شکل ۳.۲۶-الف دیکھیں۔ اس کو دو طرفہ<sup>۴۴</sup> مستحکم کار کہتے ہیں۔ شکل-ب میں اس کی علامت پیش کی گئی ہے۔ بلند ”مجاز“ کی صورت میں  $u1$  مجاز اور  $u2$  معذور ہوگا لہذا مواد بائیں سے دائیں منتقل ہوگا، جبکہ پست ”مجاز“ کی صورت میں  $u2$  مجاز اور  $u1$  معذور ہوگا لہذا مواد دائیں سے بائیں منتقل ہوگا۔

اسی طرح متمم دو طرفہ مستحکم کار بھی بنایا جاتا ہے، جو مواد کا متمم حارج کرے گا۔

مستحکم کار اور متمم مستحکم کار کے مداخل آپس میں جوڑنے سے ان کے مخارج پر تفاد حال حاصل کیے جاسکتے ہیں؛ شکل ۳.۲۷-الف دیکھیں۔ شکل-ب میں اس کی علامت پیش کی گئی ہے۔

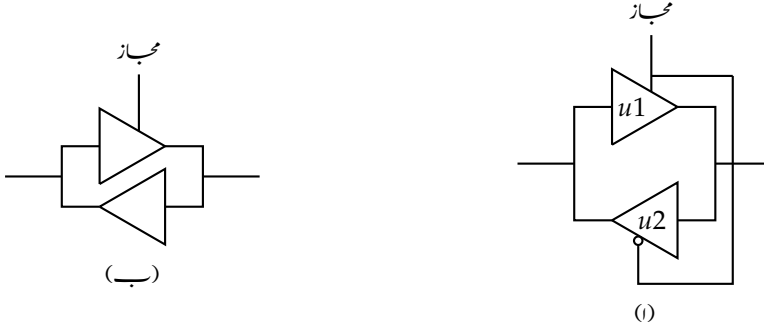
### ۳.۴.۲ مخلوط ادوار

عام دستیاب ضرب متمم گیٹ شکل ۳.۲۸ میں دکھایا گیا ہے۔ برقیاتی ادوار، عموماً، اسی طرح ڈبلی میں بند دستیاب ہوں گے جنہیں مخلوط دور<sup>۴۵</sup> کہتے ہیں۔ مخلوط ادوار پر اس کا اعدادی نام مثلاً 7400 درج ہوگا؛ اس عدد کے ہندسوں کے بیچ یا اطراف پر حروف بھی ہوں گے جو اضافی معلومات فراہم کرتے ہیں۔ ساتھ ہی ڈبلی پر دوسرا عدد مخلوط دور تیار کرنے کی تاریخ دے گا۔ مثلاً دوسرا عدد 7645 ہو سکتا ہے جو ہمیں بتائے گا کہ یہ مخلوط دور سن 1976 کے پینتالیسویں (45) ہفتے میں کارخانے میں تیار کیا گیا۔ جیسا شکل میں دکھایا گیا ہے، اس مخلوط دور میں چار ضرب متمم گیٹ موجود ہیں۔

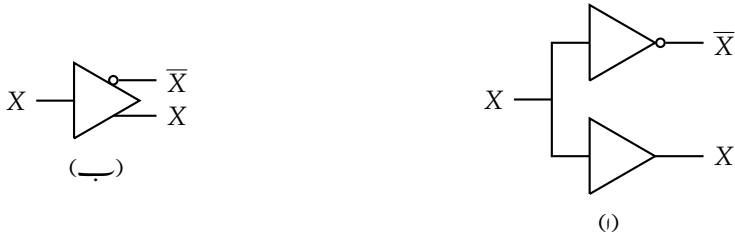
ڈبلی پر ”گٹ“ کے نشان سے گھڑی مخالف رخ پنیے گئے جاتے ہیں۔ گیٹ کی علامت میں پنیے پر لکھا عدد ڈبلی

<sup>۴۴</sup>bidirectional  
<sup>۴۵</sup>IC,integrated circuit

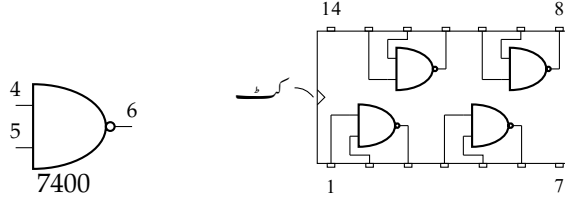




شکل ۳.۲۶: دو طرہ سے مستحکم کار۔



شکل ۳.۲۷: اشارہ اور اشارے کا متمم دیتا مستحکم کار۔



شکل ۳.۲۸: مخلوط دور 7400

میں اس پنیے کا مقام دیتا ہے۔ یوں گیت کے خارجی پنیے پر 6 اس پنیے کا ڈی میں مقام دیتا ہے۔ گیت کا خانہ بناتے وقت اس کے متریب مخلوط دور کا نام (یا نمبر جو یہاں 7400 ہے) لکھا جاتا ہے۔ چند مخلوط ادوار درج ذیل ہیں۔

نام	گیت	ڈی میں گیتوں کی تعداد
7400	دومدا حمل ضرب متمم	4
7402	دومدا حمل جمع متمم	4
7404	نفی	6
7406	متمم مستحکم کار	6
7408	دومدا حمل ضرب	4

مشق ۳.۱: انسٹرنیٹ سے مندرجہ بالا تمام مخلوط ادوار کے معلوماتی صفحات<sup>۴۶</sup> حاصل کریں اور ان میں علیحدہ علیحدہ گیتوں کے مقام دریافت کریں۔ معلوماتی صفحات میں بکشریت مواد موجود ہوگا جنہیں دیکھ کر پریشان مت ہوں۔

آپ نے کئی مخلوط ادوار جدول ۳.۲۸ میں دیکھے جن کے نمبر 74 سے شروع ہوئے۔ دراصل 74xx مخلوط ادوار کا ایک سلسلہ ہے جس میں جیسے جیسے نئے ادوار بنائے گئے، انہیں شامل کیا گیا۔ ان اعداد (74xx) کا از خود کوئی مطلب نہیں۔ اسی طرح کا دوسرا سلسلہ 40xx پکارا جاتا ہے، جس میں تمام مخلوط ادوار کے نمبر 40 سے شروع ہوتے ہیں۔

مخلوط ادوار سے کارکردگی حاصل کرنے کے لئے ان کو برقی دباؤ مہیا کرنا لازم ہے۔ سلسلہ 7400 کے تمام مخلوط ادوار مثبت یک مستی پانچ وولٹ (5 V) پر کام کرتے ہیں۔ شکل ۳.۲۸ میں دکھائے گئے مخلوط دور کو یک مستی برقی دباؤ پنیہا سات (7) اور چودہ (14) پر مہیا کیا جائے گا، جہاں پنیہا 14 مثبت ہوگا۔ جن دوپنیوں پر مخلوط دور کو برقی طاقت

مہیا کی جاتی ہے، انہیں طاقتھ پنیے کہتے ہیں۔

مشق ۳.۲: انٹرنیٹ سے سلسلہ  $40xx$  میں دستیاب چار مداحل ضرب گیٹ مخلوط دور کا نمبر دریافت کریں۔ اس مخلوط دور کو کتنا برقی دباؤ درکار ہوگا؟

### ۳.۵ بولین تفاعل کا تخمینہ

منطقی ضرب، جمع، غنی تفاعلات کے جدول صداقت آپ نے دیکھے۔ منطقی تفاعل کا تخمینہ لگانے میں منطقی جدول (جدول صداقت) نہایت کارآمد ثابت ہوگا۔ بولین تفاعل کا تخمینہ لگاتے وقت (اس کے) آزاد بولین متغیرات کی تمام ممکن قیمتوں کو ترتیب وار لکھ کر تفاعل حل کیا جائے گا۔

#### ۳.۵.۱ بولین تفاعل کا تخمینہ

بولین تفاعل کا تخمینہ لگانے کی خاطر ہم بولین تفاعل  $Z = A + B\bar{C}$  کو مثال لیتے ہیں۔ اس تفاعل کے تین آزاد متغیرات ہیں، لہذا تین ہندسوں کے تمام شنائی اعداد لکھ کر آزاد متغیرات کی تمام ممکن ترتیب کا جدول لکھتے ہیں۔

A	B	C
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1

تفاعل میں C کی بجائے  $\bar{C}$  استعمال ہوا ہے، لہذا جدول میں  $\bar{C}$  خانہ شامل کرتے ہیں۔ پہلی صف میں  $ABC = 000$  ہے؛ یوں C کی قیمت 0 لہذا  $\bar{C}$  کی قیمت 1 ہوگی، جس کو نئی قطار میں بطور پہلا جزو درج کرتے ہیں۔ یاد رہے کہ C اور  $\bar{C}$  ایک ہی متغیرہ کے دو پہلو ہیں، لہذا متغیرات کی تعداد تین رہے گی۔

A	B	C	$\bar{C}$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

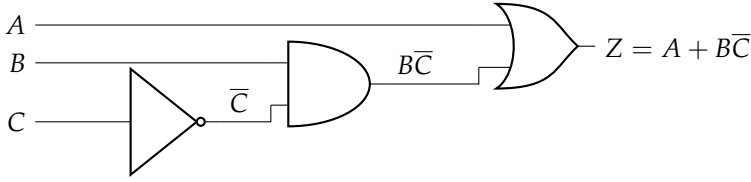
تفاعل کی قیمت حاصل کرنے کی خاطر  $B$  اور  $\bar{C}$  کا منطقی ضرب  $BC$  درکار ہے، لہذا صنف در صنف  $B$  اور  $\bar{C}$  کی (مطابقتی قیمتوں کی) منطقی ضرب لے کر نئی قطار میں (مطابقتی صنف میں) درج کرتے ہیں۔

A	B	C	$\bar{C}$	$BC$
0	0	0	1	0
0	0	1	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
1	0	0	1	0
1	0	1	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0

اب بوولین تفاعل  $A + BC$  کی قیمت حاصل کرتے ہیں۔ جدول میں ایک نیا خانہ شامل کرتے ہیں، جس میں  $A$  اور  $BC$  کا منطقی جمع درج کیا جائے گا۔

A	B	C	$\bar{C}$	$BC$	$A + BC$
0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	1
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	1

اس جدول صداقت میں دایاں خانہ (قطار) دیے گئے بوولین تفاعل کی قیمت دیتا ہے۔ یہ آزاد متغیرات کی تین ممکنہ قیمتوں کے لئے 0 اور باقی تمام کے لئے 1 کے برابر ہے۔ اس تفاعل کا منطقی گیٹوں کے ذریعہ حصول شکل ۳.۲۹ میں دکھایا گیا ہے۔



شکل ۳.۲۹: تفعل  $A + B\bar{C}$  کو عددی دور۔

درج بالا جدول صداقت میں کسی بھی صف میں  $A$ ،  $B$ ، اور  $C$  کی قیمتیں اس دور (شکل ۳.۲۹) کو مہیا کرنے سے دور، اسی صف میں دی گئی، تفعل کی قیمت دے گا۔ یوں پہلی صف میں  $A = 0$ ،  $B = 0$ ، اور  $C = 0$  کے لئے دور  $Z = 0$  دے گا۔ تیسری صف میں  $A = 0$ ،  $B = 1$ ، اور  $C = 0$  ہیں جن کے لئے، عین جدول کے مطابق،  $Z = 1$  حاصل ہوگا۔

### ۳.۶ قوسین میں بند بولین تفاعل

روزمرہ الجبرا کی طرح بولین الجبرا میں بھی قوسین میں بند تفاعل پہلے حل کئے جاتے ہیں۔

مثال ۳.۱: تفاعل  $\bar{A} + B(\bar{B} + A)$  حل کریں۔

حل: تفاعل میں دو آزاد متغیرات ہیں لہذا دو ہندسوں پر مبنی شنائی گستی لکھ کر آزاد متغیرات کی تمام ترتیب حاصل ہوں گی۔

A	B
0	0
0	1
1	0
1	1

تفاعل میں دونوں متغیرات کے متمم استعمال ہوئے ہیں لہذا جدول میں ان کے خانے بناتے ہیں۔

A	B	$\bar{A}$	$\bar{B}$
0	0	1	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	0	0

اب قوسین میں بند حصہ  $(\bar{B} + A)$  کا خانہ بناتے ہیں۔

$A$	$B$	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$(\bar{B} + A)$
0	0	1	1	1
0	1	1	0	0
1	0	0	1	1
1	1	0	0	1

اس کے ساتھ  $B(\bar{B} + A)$  کا خانہ بناتے ہیں۔ یہ خانہ جدول میں دیے  $(\bar{B} + A)$  اور  $B$  کے مطابقتی اجزاء کی منطقی ضرب سے حاصل ہوگا۔

$A$	$B$	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$(\bar{B} + A)$	$B(\bar{B} + A)$
0	0	1	1	1	0
0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	1	0
1	1	0	0	1	1

اب ہم مکمل بولین تفعل کی قیمت حاصل کر سکتے ہیں۔ تفعل  $\bar{A} + B(\bar{B} + A)$  حاصل کرنے کی خاطر  $B(\bar{B} + A)$  اور  $\bar{A}$  کا منطقی جمع حاصل کرنا ہوگا۔

$A$	$B$	$\bar{A}$	$\bar{B}$	$(\bar{B} + A)$	$B(\bar{B} + A)$	$\bar{A} + B(\bar{B} + A)$
0	0	1	1	1	0	1
0	1	1	0	0	0	1
1	0	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	1	1

□

### ۳.۷. بولین الجبرا کے بنیادی قوانین

بولین الجبرا کے پانچ بنیادی قوانین مندرجہ ذیل ہیں۔

۱ اگر  $X \neq 0$  ہو تب  $X = 1$  ہوگا، اور

۲ اگر  $X \neq 1$  ہو تب  $X = 0$  ہوگا۔

۳ منطقی جمع

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 1$$

جدول ۳.۱۲: بولین الجبرا کے چند بنیادی قوانین۔

(ب) دوسرا پہلو۔		(۱) پہلا پہلو۔	
شِق	مساوات	شِق	مساوات
1	$1 + X = 1$	1	$0 \cdot X = 0$
2	$0 + X = X$	2	$1 \cdot X = X$
3	$X + \bar{X} = 1$	3	$X \cdot \bar{X} = 0$
4	$X + X = X$	4	$X \cdot X = X$
5	$X + Y = Y + X$	5	$X \cdot Y = Y \cdot X$
6	$(X + Y) + Z = X + (Y + Z)$	6	$(X \cdot Y) \cdot Z = X \cdot (Y \cdot Z)$
7	$X(X + Y) = X$	7	$X + XY = X$
8	$X + XY = X$	8	$X(X + Y) = X$
9	$XY + XZ = X(Y + Z)$	9	$(X + Y)(X + Z) = X + YZ$
10	$X(\bar{X} + Y) = XY$	10	$X + \bar{X}Y = X + Y$
11	$(X + Y)(Y + Z)(\bar{Y} + Z) = (X + Y)Z$	11	$XY + YZ + \bar{Y}Z = XY + Z$
12	$X + YZ = (X + Y)(X + Z)$	12	$X(Y + Z) = XY + XZ$
13	$\bar{\bar{X}} = X$	13	$\bar{\bar{X}} = X$

۴ منطقی ضرب

$$\begin{aligned} 0 \cdot 0 &= 0 \\ 0 \cdot 1 &= 0 \\ 1 \cdot 0 &= 0 \\ 1 \cdot 1 &= 1 \end{aligned}$$

۵ منطقی منفی

$$\begin{aligned} \bar{0} &= 1 \\ \bar{1} &= 0 \end{aligned}$$

اگرچہ یہ پانچ قوانین نہایت سادہ معلوم ہوتے ہیں، ان سے مکمل بولین الجبرا اخذ کیا جاسکتا ہے۔ بولین الجبرا کے چند قوانین جدول ۳.۱۲-الف اور ب میں ہمیشہ کیے گئے ہیں۔ یہ تمام درج بالا پانچ بنیادی قوانین سے اخذ کیے جاسکتے ہیں۔

بولین مساوات ثابت کرنے کا ایک اہم طریقہ ”بولین جدول سے اخذ کرنے کا طریقہ“ کہلاتا ہے۔ آئیے، درج بالا میں سے چند قوانین اس طریقہ سے حاصل کریں۔

مثال ۳.۲: جدول ۳.۱۲-الف کی شِق 1 کو بولین جدول کی مدد سے ثابت کریں۔

حل: اس شق کے بائیں ہاتھ،  $X$  واحد متغیر ہے۔ اس کے بولین جدول میں دو اندراج 0 اور 1 ہوں گے، جو ایک ہندسی شق کی عدد کی تمام ممکنہ قیمتیں ہیں۔

$X$
0
1

اس میں  $0 \cdot X$  کا خانہ شامل کرتے ہیں، جس میں  $0 \cdot 0 = 0$  اور  $0 \cdot 1 = 0$  درج ہوں گے۔

$X$	$0 \cdot X$
0	0
1	0

اس جدول کی دائیں قطار کہتی ہے کہ  $0 \cdot X$  ہمیشہ 0 ہوگا۔ ہم یہی ثابت کرنا چاہتے تھے۔  $\square$

اس طرح کے سوال، جن میں ایک متغیر  $X$  کو مستقل عدد  $C$  سے منطقی ضرب دینا ہو، کی قدم با قدم ترکیب دیکھتے ہیں۔ متغیر  $X$  کے تمام ممکنہ قیمتوں کے جدول میں مستقل  $C$  کی قطار شامل کریں۔ موجودہ مثال میں مستقل 0 ہے، لہذا  $C$  کی قطار میں تمام اندراج کی قیمت 0 ہوگی۔

$C$	$X$
0	0
0	1

اب  $0 \cdot X$  کی قطار شامل کریں۔

$C$	$X$	$C \cdot X$
0	0	0
0	1	0

ہم دیکھتے ہیں کہ  $C \cdot X$  ہمیشہ 0 ہے، لہذا  $0 \cdot X = 0$  ہوگا۔

مثال ۳.۳: جدول ۳.۱۲-الف کی شق 2 کو بولین جدول سے ثابت کریں۔

حل: اس شق کے بائیں ہاتھ  $X$  واحد متغیر ہے، جبکہ 1 مستقل ہے۔ متغیر کا بولین جدول لکھتے ہیں؛ ساتھ ہی مستقل 1 کی قطار بھی شامل کرتے ہیں، جس کے تمام اندراج کی قیمت 1 ہوگی۔ آخر میں  $1 \cdot X$  کی قطار شامل کرتے ہیں۔

1	$X$	$1 \cdot X$
1	0	0
1	1	1



□ ہم دیکھتے ہیں کہ  $1 \cdot X = X$  اور  $X$  کی مطابقتی قیمتیں ہمیشہ ایک جیسی ہیں، لہذا ثابت ہوا کہ  $1 \cdot X = X$  ہوگا۔

مثال ۳.۴:  $X \cdot \bar{X} = 0$  ثابت کریں۔ حل:

X	$\bar{X}$	$X \cdot \bar{X}$
0	1	0
1	0	0

□

مثال ۳.۵: ثابت کرتے ہیں کہ  $X \cdot X = X$  ہے۔ اگر  $X = 0$  ہو تب  $X \cdot X = 0 \cdot 0 = 0$  ہوگا جو  $X$  کے برابر ہے۔ اسی طرح  $X = 1$  کی صورت میں  $X \cdot X = 1 \cdot 1 = 1$  ہوگا جو  $X$  کے برابر ہے۔ ہن نے دیکھا کہ  $X$  کی تمام قیمتوں کے لئے یہ فترہ درست ہے۔

□

مثال ۳.۶: فترہ  $\bar{\bar{X}} = X$  ثابت کریں۔ حل:

X	$\bar{X}$	$\bar{\bar{X}}$
0	1	0
1	0	1

□

مثال ۳.۷: ثابت کریں کہ  $(0 + X = X)$  ہوگا۔ حل:

0	X	$0 + X$
0	0	0
0	1	1

□

دائیں دو قطار ایک جیسے ہیں لہذا ثبوت پورا ہوا۔

مثال ۳.۸:  $(1 + X = 1)$  ثابت کریں۔ حل:

1	X	$1 + X$
1	0	1
1	1	1

□

دائیں دو قطار ایک جیسے ہیں لہذا ثبوت پورا ہوتا ہے۔

مثال ۳.۹: فترہ  $X + Y = Y + X$  ثابت کریں۔ حل:

X	Y	$X + Y$	$Y + X$
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	1	1

□

دائیں دو قطار ایک جیسے ہیں لہذا ثبوت پورا ہوتا ہے۔

مثال ۳.۱۰: ثابت کریں کہ  $X(Y + Z) = XY + XZ$  ہوگا۔ حل:

X	Y	Z	$Y + Z$	$XY$	$XZ$	$X(Y + Z)$	$XY + XZ$
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1	1	1
1	1	0	1	1	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1

□

دائیں دو قطار ایک جیسے ہیں لہذا ثبوت پورا ہوا۔

مثال ۳.۱۱: ثابت کریں  $X + XY = X$  ہوگا۔

حل: اس کو بولین جدول کے بجائے بولین الجبرا کی مدد سے حل کرتے ہیں۔ ہم مساوات کے بائیں ہاتھ کو  $XZ + XY$  لکھ سکتے ہیں جہاں  $Z = 1$  ہوگا۔ یوں جدول ۳.۱۲۔ الف کی شق 12 کے تحت درج ذیل ہوگا، جہاں  $Z$  کی قیمت 1 لی گئی ہے۔

$$X + XY = X(1 + Y)$$

جدول ۳.۱۲۔ ب کی شق 1 کے تحت  $1 + Y = 1$  ہوگا، لہذا درج ذیل لکھا جاسکتا ہے

$$X + XY = X(1 + Y) = X \cdot 1 = X$$

□

جہاں آخری قدم پر جدول ۳.۱۲۔ الف کی شق 2 استعمال کی گئی۔

جدول ۳.۱۲۔ الف کی شق 5 کو متعدد متغیرات تک وسعت دی جاسکتی ہے۔ تین متغیرات کے لئے درج ذیل

ہوں گے۔

$$\begin{aligned} ABC &= BAC \\ &= BCA \\ &= CBA \\ &= CAB \end{aligned}$$

اس طرح جدول ۳.۱۲-ب کی شق 5 کو بھی دو سے زیادہ متغیرات کے لئے وسعت دی جا سکتی ہے۔ تین متغیرات کے لئے، یہ شق درج ذیل صورتیں اختیار کرتی ہے۔

$$\begin{aligned} A + B + C &= B + A + C \\ &= B + C + A \\ &= C + B + A \\ &= C + A + B \end{aligned}$$

### ۳.۸ ڈی مارگن کے کلیات

دونہایت اہم قوانین جنہیں ڈی مارگن کے کلیاتے (یا ڈی مارگن کے مسائل<sup>۴</sup>) کہتے ہیں مندرجہ ذیل ہیں۔

$$\begin{aligned} \overline{X + Y} &= \overline{X} \cdot \overline{Y} \\ \overline{X \cdot Y} &= \overline{X} + \overline{Y} \end{aligned} \quad (۳.۱۰)$$

ان دو مسائل کو یوولین جدول کی مدد سے ثابت کرتے ہیں۔ ڈی مارگن کے پہلے مسئلہ  $\overline{X + Y} = \overline{X} \cdot \overline{Y}$  کا ثبوت درج ذیل ہے۔

X	Y	$\overline{X}$	$\overline{Y}$	$X + Y$	$\overline{X + Y}$	$\overline{X} \cdot \overline{Y}$
0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	0	0
1	0	0	1	1	0	0
1	1	0	0	1	0	0

آپ نے دیکھا دائیں ترین دو قطاریں ہیں لہذا  $\overline{X + Y}$  اور  $\overline{X} \cdot \overline{Y}$  ایک دوسرے کے برابر ہیں۔ یوں ثبوت مکمل ہوتا ہے۔

ڈی مارگن کے دوسرے مسئلہ  $\overline{X \cdot Y} = \overline{X} + \overline{Y}$  کا ثبوت درج ذیل ہے (جہاں دائیں ترین دو قطاروں کی یکسانیت ثبوت پیش کرتی ہے)۔

X	Y	$\bar{X}$	$\bar{Y}$	$X \cdot Y$	$\bar{X} \cdot \bar{Y}$	$\bar{X} + \bar{Y}$
0	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1	1
1	1	0	0	1	0	0

ڈی مارگن کے مسائل منطقی جمع کو منطقی ضرب میں اور منطقی ضرب کو منطقی جمع میں تبدیل کرتے ہیں، اور بولین تفاعل حل کرنے میں مددگار ثابت ہوتے ہیں۔

مثال کے طور پر، جہدول ۳.۱۲-الف کی پہلی شق  $0 \cdot X = 0$  کا متمم لیتے ہیں۔

$$\overline{0 \cdot X} = \bar{0}$$

بائیں ہاتھ ڈی مارگن کا دوسرا مسئلہ لاگو کرتے ہیں۔

$$\bar{0} + \bar{X} = \bar{0}$$

مزید، چونکہ 0 کا متمم 1 ہے، یعنی  $\bar{0} = 1$  ہوگا، لہذا درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$1 + \bar{X} = 1$$

اس مساوات میں  $\bar{X}$  کو بولین متغیرہ Z تصور کیا جاسکتا ہے۔ ہوں درج ذیل حاصل ہوگا۔

$$1 + Z = 1$$

اس کا جہدول ۳.۱۲-ب کی شق 1 سے موازنہ کریں۔ متغیرہ کے نام مختلف ہونے کے علاوہ دونوں یکساں ہیں۔

ڈی مارگن مسائل کی مدد سے ہم نے دیکھا کہ

$$0 \cdot X = 0$$

اور

$$1 + X = 1$$

درحقیقت ایک ہی تفاعل کے دو پہلو ہیں۔

$$(0 \cdot X = 0) \Leftrightarrow (1 + X = 1) \quad (\text{مثالہ})$$

اس مسئلہ کو ڈی مارگن کے پہلے مسئلہ کی مدد سے بھی دیکھا جاسکتا ہے۔ ایسا کرنے کی خاطر ہم بولین تفاعل  $1 + X = 1$  کے دونوں اطراف کا متمم لیتے ہیں۔

$$\overline{1 + X} = \bar{1}$$

بائیں ہاتھ ڈی مارگن کا پہلا مسئلہ لاگو کرتے ہیں۔

$$\bar{1} \cdot \bar{X} = \bar{1}$$

اب  $\bar{1}$  کی جگہ 0 ڈالتے ہیں۔

$$0 \cdot \bar{X} = 0$$

یہ مساوات کسی بھی متغیرہ  $\bar{X}$  کے لئے درست ہے۔ اس متغیرہ کو ہم  $Z$  بھی پکار سکتے ہیں۔ ایسا کرنے سے درج ذیل حاصل ہوگا۔

$$0 \cdot Z = 0$$

ہم دیکھتے ہیں کہ یہ بالکل  $0 \cdot X = 0$  کی طرح ہے۔ منفرق صرف متغیرہ کے نام کا ہے۔ لہذا ثابت ہوا کہ  $1 + X = 1$  اور  $0 \cdot X = 0$  ایک ہی تفاعل کے دو پہلو ہیں۔

مثال ۳.۱۲: ثابت کریں کہ  $1 \cdot X = X$  اور  $0 + X = X$  ایک ہی تفاعل کی دو شکلیں ہیں۔

حل:  $1 \cdot X = X$  کے دونوں اطراف کا متمم لیتے ہیں۔

$$\overline{1 \cdot X} = \bar{X}$$

بائیں ہاتھ ڈی مارگن کا دوسرا قانون لاگو کرتے ہیں

$$\bar{1} + \bar{X} = \bar{X}$$

اور  $\bar{1}$  کی جگہ 0 پڑھتے ہیں۔

$$0 + \bar{X} = \bar{X}$$

متغیرہ  $\bar{X}$  کو نیچے نام  $Z$  سے پکارتے ہیں۔

$$0 + Z = Z$$

یہ مساوات کہتی ہے کہ صفر جمع ایک بولین متغیرہ اس متغیرہ کے برابر ہوگا۔ یوں ثابت ہوا کہ  $1 \cdot X = X$  اور  $0 + X = X$  کا مسئلہ ہیں۔

□

آپ اسی مثال کو پچھلی مثال کی طرح الٹ رخ میں ثابت کریں۔

مثال ۳.۱۳: بولین تفاعل  $(X \cdot Y) \cdot Z = X \cdot (Y \cdot Z)$  کا مسئلہ ڈی مارگن کے قانون لاگو کر کے حاصل کریں۔

حل: دئے گئے تفاعل کے دونوں اطراف کا متمم لیتے ہیں۔

$$\overline{(X \cdot Y) \cdot Z} = \overline{X \cdot (Y \cdot Z)}$$

دونوں اطراف ڈی مارگن کا دوسرا فتانون لاگو کرتے ہیں۔

$$(\overline{X \cdot Y}) + \overline{Z} = \overline{X} + (\overline{Y \cdot Z})$$

ڈی مارگن کا فتانون استعمال کرتے وقت قوسین میں بند حصہ کو ایک متغیرہ تصور کیا گیا۔ دونوں اطراف قوسین میں بند تفاعل پر دوبارہ ڈی مارگن کا دوسرا فتانون لاگو کرتے ہیں۔

$$(\overline{X} + \overline{Y}) + \overline{Z} = \overline{X} + (\overline{Y} + \overline{Z})$$

یہاں تینوں متغیرات کے متمم لکھے گئے ہیں۔ ہم انہیں تین نئے ناموں سے پکار سکتے ہیں، مثلاً،  $\overline{X}$  کو  $A$  پکارتے ہیں،  $\overline{Y}$  کو  $B$  اور  $\overline{Z}$  کو  $C$ ، لہذا درج ذیل لکھا جائے گا، جو متغیرات کے نام مختلف ہونے کے علاوہ، جدول ۳.۱۲-ب کی شق 6 ہے۔

$$(A + B) + C = A + (B + C)$$

□

### ۳.۹ حبڑواں بولین تفاعل

گزشتہ حصہ میں دیکھا گیا کہ بولین تفاعل کے دو پہلو ہوتے ہیں۔ یوں کسی بولین تفاعل کو ثابت کرتے ہی اس کا حبڑواں تفاعل فوراً لکھا جاسکتا ہے۔ جدول ۳.۱۲-الف اور ب میں اس طرح کے حبڑواں بولین تفاعل پیش کیے گئے ہیں۔ ان جدول میں آخری شق کے علاوہ ہر شق ایک تفاعل کے دو پہلو پیش کرتا ہے۔ مثلاً، جدول-الف کی شق 7 کا دوسرا پہلو جدول-ب کی شق 7 دے گا۔

### ۳.۱۰ ارکان ضرب کے مجموعہ کی ترکیب

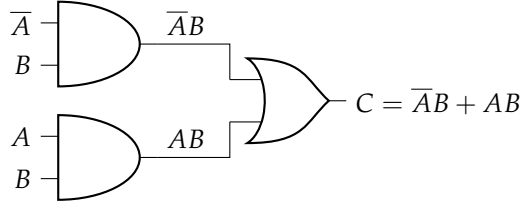
منطقی مسئلہ کو بولین تفاعل کی صورت میں لکھنا مندرجہ ذیل مثال سے باآسانی سمجھا جاسکتا ہے۔

فرض کریں، ایک تفاعل جس کے آزاد متغیرات  $A$  اور  $B$ ، جبکہ تابع متغیرہ  $C$  ہے، اس صورت بلند ہوتا ہے جب  $A = 0$  اور  $B = 1$  ہو، یا جب  $A = 1$  اور  $B = 1$  ہو۔

ان معلومات کو جدول ۳.۱۳ میں پیش کیا گیا ہے۔ جدول میں ارکان ضرب<sup>۴۸</sup> کی قطار شامل کریں۔ اس قطار کے ہر خانے میں اسی صف کے آزاد متغیرہ پرست ہونے کی صورت میں متغیرہ کا متمم اور بلند صورت میں متغیرہ بذات خود درج کیا جائے گا۔ اس عمل کو سمجھنے کی خاطر، جدول کی پہلی صف پر توجہ رکھیں۔ یہاں  $A = 0$  اور  $B = 0$  ہے، لہذا پہلی صف میں رکن ضرب  $\overline{A} \overline{B}$  ہوگا۔ دوسری صف میں  $A = 0$  اور  $B = 1$  ہیں، لہذا دوسری صف میں  $\overline{A} B$  درج ہوگا۔

جدول ۳.۱۳: تفریق عمل کا جدول (برائے حصہ ۳.۱۰)

A	B	C
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1



شکل ۳.۳۰: ارکان ضرب کے مجموعہ (مساوات ۳.۱۱) کا منطقی دور۔

A	B	C	ارکان ضرب
0	0	0	$\overline{A}\overline{B}$
0	1	1	$\overline{A}B$
1	0	0	$A\overline{B}$
1	1	1	$AB$

تفاعل کے جدول کے ان تمام ارکان ضرب کا مجموعہ لیجئے جن کے صف میں تفاعل متغیر C کی قیمت 1 ہو۔ یہ مجموعہ تفاعل متغیر کے برابر ہوگا۔ اس طرح تفریق عمل لکھنے کو ارکان ضرب کے مجموعہ<sup>۹</sup> کی ترکیب کہتے ہیں۔ (اس کو مجموعہ ارکان ضرب بھی پکار سکتے ہیں۔) یوں درج ذیل لکھا جائے گا۔

$$(3.11) \quad C = \overline{A}B + A\overline{B} \quad (\text{ارکان ضرب کا مجموعہ})$$

مساوات ۳.۱۱ میں حاصل تفریق عمل کا منطقی دور شکل ۳.۳۰ میں دکھایا گیا ہے۔

ارکان ضرب کے مجموعہ سے حاصل مساوات ہر صورت ضرب گیٹوں کی ایک قطار (یا صف) اور ایک جمع گیٹ سے حاصل کی جاسکتی ہے (جہاں فرض کیا جاتا ہے کہ، آزاد متغیرات کے ساتھ ان کے متعم بھی

<sup>۹</sup>sum of products, SOP

۳.۱۰. ارکان ضرب کے مجموعہ کی ترکیب

۶۳

میسر ہیں۔ ایسا دور ضرب و جمع ۵۰ کہلائے گا۔

مساوات ۳.۱۱ اور شکل ۳.۳۰ کی درستگی کی تصدیق بولین جدول سے کرتے ہیں (جدول میں موازنے کے لئے C کا خانہ بھی پیش کیا گیا ہے)۔

A	B	C	$\bar{A}$	$\bar{A}\bar{B}$	AB	$\bar{A}\bar{B} + AB$
0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	1	1	0	1
1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1	1

اس جدول کا دایاں قطار C کے برابر ہے۔

مساوات ۳.۱۱ لکھنے کا دوسرا انداز جو نہایت مقبول ہے سمجھنے کی خاطر تفعل کے جدول میں ”ارکان ضرب“ کے علاوہ ایک نئی قطار (m) شامل کرتے ہیں۔

A	B	C	ارکان ضرب	m
0	0	0	$\bar{A}\bar{B}$	$m_0$
0	1	1	$\bar{A}B$	$m_1$
1	0	0	$A\bar{B}$	$m_2$
1	1	1	AB	$m_3$

نئی قطار میں m ارکان ضرب کو ظاہر کرتا ہے، لہذا تفعل C کی مساوات لکھتے ہوئے  $\bar{A}B$  کی بجائے  $m_1$  اور AB کی بجائے  $m_3$  لکھتے ہیں۔ یوں مساوات ۳.۱۱ سے درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$C = \bar{A}B + AB$$

$$= m_1 + m_3$$

(۳.۱۲)

$$= \sum(m_1, m_3)$$

$$= \sum(1, 3)$$

ارکان ضرب روایتاً (چھوٹی لکھائی میں)  $m_x$  لکھے جاتے ہیں، جہاں زیر نوشت x جدول میں مطابقتی صف کے آزاد متغیرات کو نشانہ عدد (کے ہندسے) سمجھ کر، برابر کا اعشاری عدد لیا جاتا ہے۔

مثال ۳.۱۲: درج ذیل بولین جدول سے بولین تفعل کی مساوات حاصل کریں۔



A	B	C	Z
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

حل: جدول میں Z تابع متغیر ہے۔ جدول کی دائیں جانب ارکان ضرب کی قطار شامل کرتے ہیں۔

A	B	C	Z	ارکان ضرب	m
0	0	0	1	$\overline{A}\overline{B}\overline{C}$	$m_0$
0	0	1	0	$\overline{A}\overline{B}C$	$m_1$
0	1	0	1	$\overline{A}B\overline{C}$	$m_2$
0	1	1	1	$\overline{A}BC$	$m_3$
1	0	0	0	$A\overline{B}\overline{C}$	$m_4$
1	0	1	0	$A\overline{B}C$	$m_5$
1	1	0	1	$AB\overline{C}$	$m_6$
1	1	1	1	$ABC$	$m_7$

اُن ارکان ضرب کا مجموعہ لیتے ہیں جن کی صف میں تابع متغیر کی قیمت 1 ہے۔

$$Z = \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC + A\overline{B}\overline{C} + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC$$

یہ دیے گئے تعارض کی مساوات ہے جس کو درج ذیل بھی لکھا جاسکتا ہے۔

$$Z = \sum(m_0, m_2, m_3, m_6, m_7)$$

جدول ۱۲.۳ میں دیے گئے قوانین استعمال کرتے ہوئے مساوات کی سادہ صورت حاصل کرتے ہیں۔

$$\begin{aligned}
 Z &= \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC + A\overline{B}\overline{C} + A\overline{B}C + AB\overline{C} + ABC \\
 &= \overline{A}(\overline{B} + B)\overline{C} + \overline{A}BC + AB(\overline{C} + C) \\
 &= \overline{A}(1)\overline{C} + \overline{A}BC + AB(1) \\
 &= \overline{A}(\overline{C} + BC) + AB \\
 &= \overline{A}(\overline{C} + B) + AB \\
 &= \overline{A}\overline{C} + \overline{A}B + AB \\
 &= \overline{A}\overline{C} + (\overline{A} + A)B \\
 &= \overline{A}\overline{C} + B
 \end{aligned}$$

یہ دیے گئے بولین جدول کی سادہ ترین مساوات ہے۔ اس کا بولین جدول لکھ کر آپ ثابت کر سکتے ہیں کہ یہ اصل تفعل عمل ہی ہے۔ □

### ۳.۱۱. ارکان جمع کی ضرب کی ترکیب

گزشتہ حصہ میں بولین جدول سے تفعل عمل کا مساواتی روپ حاصل کیا گیا، جہاں ان صفوں کے ارکان ضرب کا مجموعہ لیا گیا جن میں تابع متغیرات کی قیمت 1 تھی۔ آئیں اب **ارکان جمع**<sup>۵۱</sup> لکھنا اور ان سے تفعل عمل کی مساوات حاصل کرنا سیکھیں۔

حصہ ۳.۱۰ میں متمم جدول ۳.۱۳ کو مثال بناتے ہوئے اس میں ارکان ضرب کی بجائے ارکان جمع کی قطار شامل کرتے ہیں۔ ارکان جمع لکھتے ہوئے، مطابقتی آزاد متغیرہ پست ہونے کی صورت میں متغیرہ بذات خود اور بلند صورت میں متغیرہ کا متمم جمع کیا جاتا ہے۔ اس عمل کو سمجھنے کی خاطر، جدول کی پہلی صف پر توجہ رکھیں۔ یہاں  $A = 0$  اور  $B = 0$  ہے، لہذا پہلی صف میں رکن جمع  $A + B$  ہوگا۔ دوسری صف میں  $A = 0$  اور  $B = 1$  ہیں، لہذا دوسری صف میں  $A + \bar{B}$  درج ہوگا۔

A	B	C	ارکان جمع
0	0	0	$A + B$
0	1	1	$A + \bar{B}$
1	0	0	$\bar{A} + B$
1	1	1	$\bar{A} + \bar{B}$

تفاعل کے جدول کے ان تمام **ارکان جمع** کا حاصل ضرب لیجئے جن کے صف میں تفاعل کے تابع متغیرہ C کے قیمت 0 ہو۔ یہ حاصل ضرب تابع متغیرہ کے برابر ہوگا۔ اس طرح تفعل عمل لکھنے کو **ارکان جمع** کی ضرب<sup>۵۲</sup> کی ترکیب کہتے ہیں (اس کو ضرب بعد از جمع بھی پکار سکتے ہیں)۔

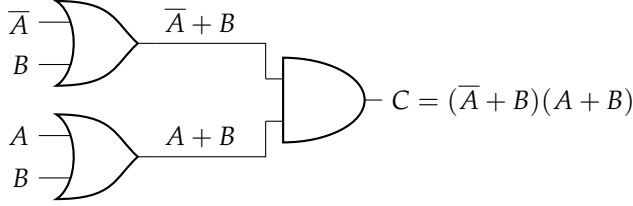
یوں درج ذیل لکھا جائے گا۔

$$(3.13) \quad C = (A + B)(\bar{A} + \bar{B}) \quad (\text{ارکان جمع کی ضرب})$$

ارکان جمع کی ضرب سے حاصل مساوات کو ہر صورت جمع گیٹوں کی ایک قطار (یا صف) اور ایک ضرب گیٹ سے حاصل کیا جاسکتا ہے (جہاں مندرجہ کیا جاتا ہے کہ، آزاد متغیرات کے ساتھ ان کے متمم بھی میسر ہیں)۔ یوں بنائے گئے دور کو **جمع و ضرب**<sup>۵۳</sup> کہتے ہیں۔

مساوات ۳.۱۳ میں حاصل دور شکل ۳.۳۱ میں پیش کیا گیا ہے۔

maxterms<sup>۵۱</sup>  
productofsum,POS<sup>۵۲</sup>  
OR-AND<sup>۵۳</sup>



شکل ۳.۳۱: ارکان جمع کی ضرب سے حاصل دور (مساوات ۳.۱۳)۔

مساوات ۳.۱۳ لکھنے کا دوسرا انداز جو نہایت مقبول ہے سمجھنے کی خاطر تفاعل کے جدول میں ”ارکان جمع“ کے علاوہ، بڑی لکھائی میں ایک نئی قطار (M) شامل کرتے ہیں، جو ارکان جمع کو ظاہر کرتا ہے۔

A	B	C	ارکان جمع	M
0	0	0	$A + B$	$M_0$
0	1	1	$A + \bar{B}$	$M_1$
1	0	0	$\bar{A} + B$	$M_2$
1	1	1	$\bar{A} + \bar{B}$	$M_3$

یوں مساوات ۳.۱۳ درج ذیل روپ اختیار کرتی ہے۔

$$(۳.۱۴) \quad C = (A + B)(\bar{A} + \bar{B}) = M_0 M_2 = \prod(M_0, M_2) = \prod(0, 2)$$

مثال ۳.۱۵: ڈی مارگن کے کلیات استعمال کرتے ہوئے مجموعہ ارکان ضرب سے ارکان جمع کی ترکیب حاصل کریں۔

حل: ہم حصہ ۳.۱۰ میں مستعمل جدول ۳.۱۳ کو مثال بن کر اس میں  $\bar{C}$  اور ارکان ضرب کی قطاریں شامل کرتے ہیں۔

A	B	C	$\bar{C}$	ارکان ضرب
0	0	0	1	$\bar{A} \bar{B}$
0	1	1	0	$\bar{A} B$
1	0	0	1	$A \bar{B}$
1	1	1	0	$AB$

ہم  $\bar{C}$  کے لئے ارکان ضرب کا مجموعہ لکھ کر (یعنی ان ارکان ضرب کا مجموعہ جن کے صف میں  $\bar{C}$  کی قیمت 1 ہو):

$$\bar{C} = \bar{A} \bar{B} + A \bar{B}$$

دونوں اطراف کا متمم لے کر C کی مساوات حاصل کرتے ہیں۔

$$\bar{\bar{C}} = C = \overline{\bar{A} \bar{B} + A \bar{B}}$$

ڈی مارگن کلیات بار بار استعمال کرتے ہوئے درج ذیل حاصل کیا جاسکتا ہے۔

$$\begin{aligned}
 C &= \overline{\overline{A} \overline{B}} + \overline{A \overline{B}} \\
 &= (\overline{\overline{A} \overline{B}})(\overline{A \overline{B}}) \\
 &= (\overline{\overline{A}} + \overline{\overline{B}})(\overline{A} + \overline{\overline{B}}) \\
 &= (A + B)(\overline{A} + B)
 \end{aligned}
 \tag{۳.۱۵}$$

اس نتیجے کا مساوات ۳.۱۳ کے ساتھ موازنہ کریں۔ پس ثابت ہوا کہ مجموعہ ارکان ضرب سے ارکان جمع کی ضرب حاصل کی جاسکتی ہے۔ □

مثال ۳.۱۶: درج ذیل بوولین جدول سے (i) ارکان جمع کی ضرب، (ب) ارکان ضرب کا مجموعہ لے کر تفہ عمل کی مساوات حاصل کریں۔ دونوں نتائج کے احوال دکھائیں۔

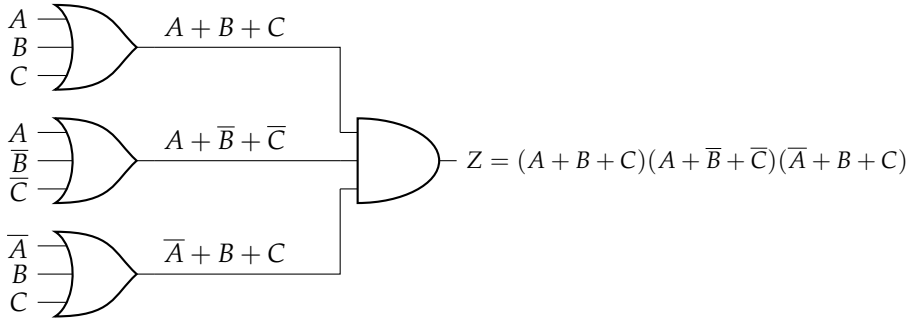
A	B	C	Z
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

حل: جدول میں ارکان جمع اور ارکان ضرب کی قطاریں شامل کرتے ہیں۔

A	B	C	Z	ارکان جمع	ارکان ضرب
0	0	0	0	$A + B + C$	$\overline{A} \overline{B} \overline{C}$
0	0	1	1	$A + B + \overline{C}$	$\overline{A} \overline{B} C$
0	1	0	1	$A + \overline{B} + C$	$\overline{A} B \overline{C}$
0	1	1	0	$A + \overline{B} + \overline{C}$	$\overline{A} B C$
1	0	0	0	$\overline{A} + B + C$	$A \overline{B} \overline{C}$
1	0	1	1	$\overline{A} + B + \overline{C}$	$A \overline{B} C$
1	1	0	1	$\overline{A} + \overline{B} + C$	$A B \overline{C}$
1	1	1	1	$\overline{A} + \overline{B} + \overline{C}$	$A B C$

(i) جن صفوں میں تابع متغیرہ Z کی قیمت 0 ہے ان صفوں کے ارکان جمع کی ضرب مطلوب نتیجہ ہوگا۔

$$Z = (A + B + C)(A + \overline{B} + \overline{C})(\overline{A} + B + C)
 \tag{۳.۱۶}$$



شکل ۳.۳۲: جمع و ضرب دور (مساوات ۳.۱۶)۔

اس کو درج ذیل بھی لکھ سکتے ہیں۔

$$Z = M_0 M_3 M_4 = \prod (M_0, M_3, M_4)$$

مساوات ۳.۱۶ میں حاصل نتیجہ کا جمع و ضرب دور شکل ۳.۳۲ میں پیش کیا گیا ہے۔ (ب) جدول کے ارکان ضرب کا مجموعہ لے کر ضرب و جمع دور حاصل کرتے ہیں۔

$$(۳.۱۷) \quad Z = \overline{A} \overline{B} C + \overline{A} B \overline{C} + A \overline{B} C + A B \overline{C} + A B C$$

□

اس دور کو شکل ۳.۳۳ میں پیش کیا گیا ہے۔

اس مثال میں ایک ہی تفاعل کے دو ادوار، شکل ۳.۳۲ اور شکل ۳.۳۳ پیش کیے گئے۔ پہلے دور میں تین جمع اور ایک ضرب گیٹ استعمال ہوا، جبکہ دوسرے میں پانچ ضرب اور ایک جمع گیٹ استعمال ہوا۔ (جیسا ہم ذکر کر چکے ہیں، ارکان جمع کی ضرب سے حاصل دور جمع گیٹوں کی قطار اور ایک ضرب گیٹ سے بنے گا۔ ارکان ضرب کے مجموعہ سے حاصل دور ضرب گیٹوں کی قطار اور ایک جمع گیٹ سے حاصل ہوگا۔) یوں اس تفاعل کو ضرب بعد از جمع سے حاصل کرنے میں کم منطقی گیٹ استعمال ہوئے۔ یاد رہے کہ ضرب بعد از جمع اور مجموعہ ارکان ضرب منطقی طور پر ایک ہیں۔

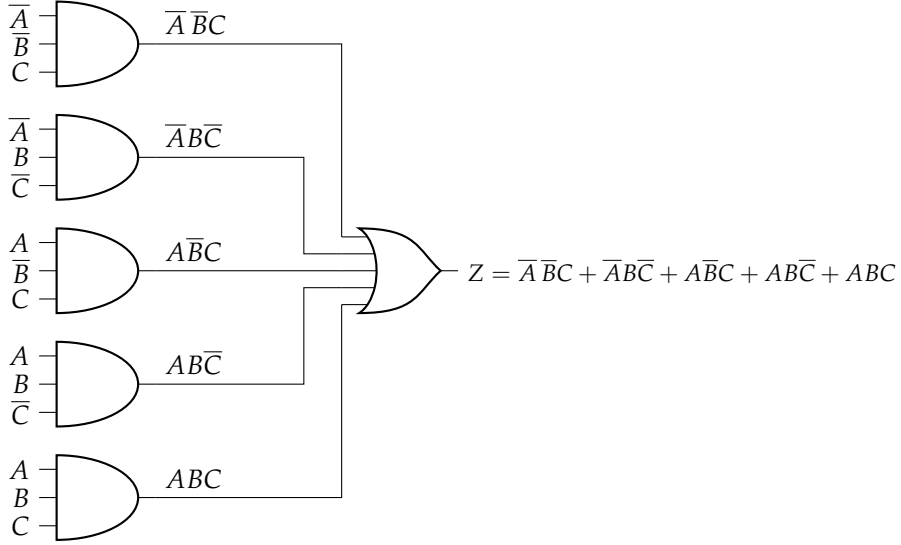
### ۳.۱۲ مجموعہ ارکان ضرب اور ضرب بعد از جمع کے مابین تبادلہ

ہم نے مثال ۳.۱۶ میں تفاعل کی مساوات، مجموعہ ارکان ضرب اور ضرب بعد از جمع کی شکل میں حاصل کی، جنہیں یہاں دوبارہ پیش کرتے ہیں۔

$$Z = m_1 + m_2 + m_5 + m_6 + m_7 = \sum (1, 2, 5, 6, 7)$$

$$Z = M_0 M_3 M_4 = \prod (0, 3, 4)$$

مجموعہ ارکان ضرب میں پہلا، دوسرا، پانچواں، چھٹا اور ساتواں رکن ضرب استعمال ہوا جبکہ صفرواں، تیسرا اور چوتھا رکن غیر مستعمل رہے۔ ضرب بعد از جمع میں پہلا، دوسرا، پانچواں، چھٹا اور ساتواں رکن جمع غیر مستعمل،



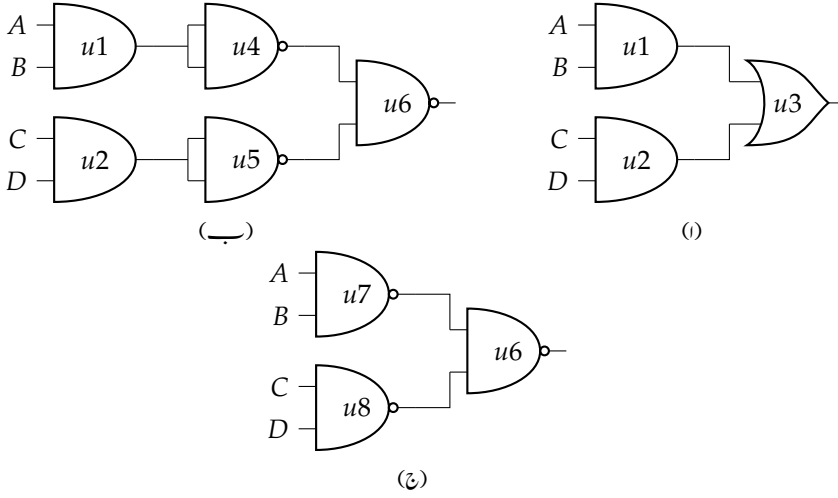
شکل ۳.۳۳: ضرب و جمع دور (مساوات ۳.۱۷)۔

جبکہ صفروں، تیسرا اور چوتھا رکن استعمال ہوا۔ یہ ایک عمومی حقیقت ہے جسے استعمال کر کے تفاعل کی مساوات کو ایک روپ سے دوسرے روپ میں تبدیل کیا جاتا ہے۔ ارکان جمع سے ارکان ضرب یا ارکان ضرب سے ارکان جمع کے روپ میں مساوات حاصل کرتے ہوئے پہلے روپ میں غیر مستعمل ارکان، دوسرے روپ میں استعمال ہوں گے۔

### ۳.۱۳ ضرب و جمع دور سے متمم ضرب و متمم ضرب دور کا حصول

کسی بھی بولین تفاعل کو مجموعہ ارکان ضرب کی صورت میں بیان کیا جاسکتا ہے، جس کو ضرب گیٹوں کی قطار اور ایک جمع گیٹ سے حاصل کیا جاسکتا ہے۔ شکل ۳.۳۴-الف میں تفاعل  $AB + CD$  کا مجموعہ ارکان ضرب دور دکھایا گیا ہے۔ جمع گیٹ  $u3$  کی جگہ شکل ۳.۲۰-الف کا مساوی دور نصب کرتے ہوئے شکل-ب حاصل ہوگا (جہاں  $u3$  کی جگہ  $u4$ ،  $u5$  اور  $u6$  استعمال کیے گئے)۔ شکل ۳.۱۸ میں متمم ضرب گیٹ بطور منفی گیٹ دکھایا گیا ہے۔ یوں ضرب گیٹ (مثلاً  $u1$ ) اور منفی گیٹ (مثلاً  $u4$  جس کو منفی گیٹ تصور کرتے ہیں) کی جگہ (شکل ۳.۱۶ دیکھیں) متمم ضرب گیٹ (مثلاً  $u7$ ) استعمال کرتے ہوئے شکل-ج حاصل ہوگا، جو صرف متمم ضرب گیٹوں پر مشتمل ہے؛ یہ متمم ضرب و متمم ضرب دور کہلاتا ہے۔

آپ نے دیکھا کہ شکل ۳.۳۴-الف کے ضرب و جمع دور میں تمام گیٹ تبدیل کر کے متمم ضرب گیٹ نسب کرنے سے شکل-ج کا متمم ضرب و متمم ضرب دور حاصل ہوگا۔ یہ ایک اہم اور عمومی مشاہدہ ہے۔ یاد رہے کہ



شکل ۳.۳۴: ارکان ضرب کے مجموعے سے متمم ضرب و متمم ضرب دور کا حصول۔

مجموعہ ارکان ضرب کے ضرب و جمع دور میں ضرب گیٹوں کی قطار اور ایک جمع گیٹ ہوگا۔

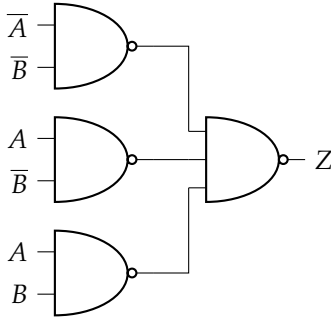
ضرب و جمع دور کے شکل و صورت تبدیل کیے بغیر تمام گیٹوں کے جگہ متمم ضرب گیٹے نہج کرنے سے متمم ضرب و متمم ضرب دور حاصل ہوگا۔

سیکین کی فی مربع سنٹی میٹر پستری پر بہت بڑی تعداد میں گیٹ بنائے جاسکتے ہیں اور یہ تعداد دن بادل بڑھتی چلی جا رہی ہے۔ سیکین کی پستری پر ایک ہی قسم کے گیٹ نسبتاً زیادہ آسانی اور بہتر بنائے جاسکتے ہیں۔ یوں کسی بھی تفاعل کو ضرب و جمع کی بجائے متمم ضرب و متمم ضرب دور سے حاصل کرنا زیادہ سودمند ثابت ہوگا۔ اسی وجہ سے وسیع پیمانے کی مخلوط برقیات میں متمم ضرب گیٹ نہایت مقبول ہیں۔

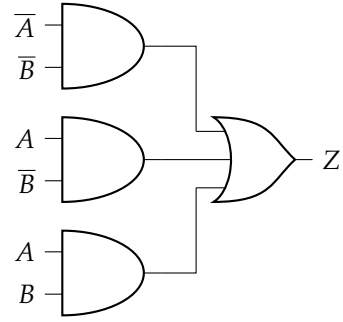
مثال ۳.۱: مندرجہ ذیل تفاعل کا متمم ضرب و متمم ضرب دور حاصل کریں۔

A	B	Z
0	0	1
0	1	0
1	0	1
1	1	1

حل: تفاعل کا مجموعہ ارکان ضرب لکھنے کی غرض سے جدول میں ارکان ضرب کی قطار شامل کرتے ہیں۔



(ب)



(i)

شکل ۳.۳۵: ضرب و جمع سے متمم ضرب و متمم ضرب (مثال ۳.۱۷)۔

A	B	Z	ارکان ضرب
0	0	1	$\overline{A} \overline{B}$
0	1	0	$\overline{A} B$
1	0	1	$A \overline{B}$
1	1	1	$AB$

یوں  $Z = \overline{A} \overline{B} + A \overline{B} + AB$  ہوگا، جو شکل ۳.۳۵-الف میں پیش ہے۔ تمام گیٹوں کی جگہ متمم ضرب گیٹ نصب کرنے سے متمم ضرب و متمم ضرب دور حاصل ہوگا جو شکل-ب میں پیش ہے۔ □

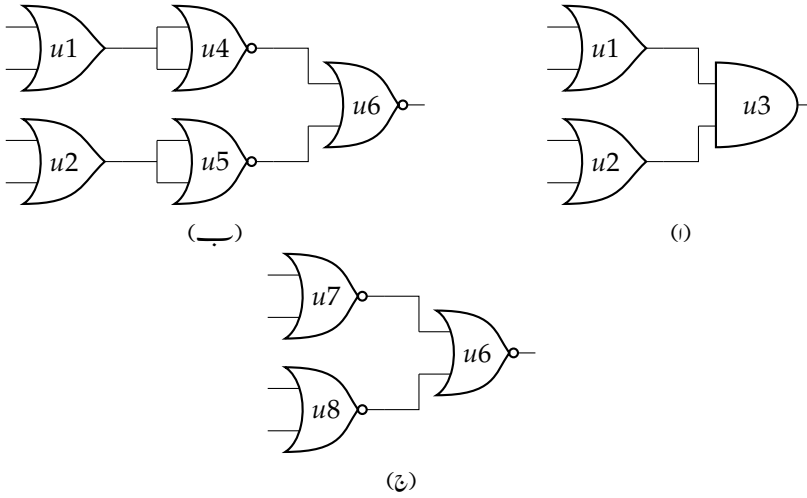
### ۳.۱۴ جمع و ضرب دور سے متمم جمع و متمم جمع دور کا حصول

تفاسل کے ارکان جمع کی ضرب سے حاصل جمع و ضرب دور میں تمام گیٹوں کی جگہ متمم جمع گیٹ نصب کرنے سے تفاسل کا متمم جمع و متمم جمع دور حاصل ہوگا۔

شکل ۳.۳۶ میں جمع و ضرب دور سے قدم با قدم متمم جمع و متمم جمع دور کا حصول دکھایا گیا ہے۔ پہلی قدم میں، شکل-الف کے ضرب گیٹ  $u3$  کی جگہ (شکل ۳.۱۹-الف کی مدد سے) مساوی جمع متمم گیٹ  $u4$ ،  $u5$ ،  $u6$ ،  $u7$  کیے گئے۔ اس کے بعد (شکل ۳.۱۸ کی مدد سے)  $u4$ ، اور  $u5$  کو نفی گیٹ مان کر،  $u1$  اور  $u4$  جوڑی کی جگہ متمم جمع  $u7$  جبکہ،  $u2$  اور  $u5$  جوڑی کی جگہ متمم جمع  $u8$  نصب کیا گیا۔ یوں شکل ۳.۳۶-ج کا متمم جمع و متمم جمع دور حاصل کیا گیا۔

شکل ۳.۳۶-الف کے جمع و ضرب دور کی شکل و صورت تبدیل کیے بغیر تمام گیٹ کی جگہ متمم جمع نصب کرنے سے شکل-ج حاصل ہوگا۔ یہ ایک اہم اور عمومی مشاہدہ ہے۔ یاد رہے کہ ضرب ارکان مجموعہ سے حاصل





شکل ۳.۶: جمع و ضرب سے متمم جمع و متمم جمع۔

جمع و ضرب دور میں جمع گیٹوں کی قطار اور ایک ضرب گیٹ ہوگا۔

جمع و ضرب دور کے شکل و صورت تبدیل کیے بغیر تمام گیٹوں کے بلکہ متمم جمع گیٹوں کے نمبر کرنے سے متمم جمع و متمم جمع دور حاصل ہوگا۔

### ۳.۱۵ علامتی روپ یارمز

عموماً زبانوں میں الفاظ یا معلومات کی لکھائی اس زبان کے حروف تہجی میں کی جاتی ہے۔ حروف تہجی کو سلسلہ وار اس طرح جوڑا جاتا ہے کہ ان کی آوازیں مل کر لفظ کی آواز پیدا کریں، مگر چینی زبان مختلف ہے۔ چینی زبان ایک علامتی زبان ہے جس میں ہر لفظ کی اپنی علامت یا رمز<sup>۵۶</sup> ہے۔ حروف تہجی پر مبنی لکھائی، یہ حروف سیکھنے کے بعد، کوئی بھی پڑھ سکتا ہے، جبکہ رمزی لکھائی میں کسی بھی رمز کا استعمال اس وقت ممکن ہوگا جب تمام لوگ اس رمز پر متفق ہوں۔ کمپیوٹر اس لحاظ سے چینی زبان سے مشابہت رکھتا ہے، اور معلومات کو رمزی روپ میں رکھتا ہے۔

فلم و کانغز سے انسان کسی بھی شکل کی لکیر بن کر اسے ایک علامت یا رمز تصور کر سکتا ہے۔ کمپیوٹر کی دنیا میں ایسا کرنا ممکن نہیں۔ کمپیوٹر صرف 0 اور 1 جانتا ہے، لہذا اس میں رمز بھی 0 اور 1 مختلف ترتیب سے جوڑ کر بنائے جاتے ہیں۔ مثلاً، تین بٹ استعمال کر کے جدول ۳.۱۴ میں پیش کردہ رمز ممکن ہوں گے۔ یوں تین بٹ استعمال کر کے آٹھ رمز تشکیل دیے جاسکتے ہیں، جنہیں آٹھ مختلف اشیاء یا معلومات کی پہچان کے لئے استعمال کیا جاسکتا ہے۔

جدول ۳.۱۴: تین بٹ رمز۔

تین بٹ رمز
000
001
010
011
100
101
110
111

سکتا ہے۔ تین بٹ استعمال کرتے ہوئے، اس سے زیادہ رمز ممکن نہیں۔ آٹھ بٹ میں  $2^8 = 256$  رمز ممکن ہیں۔

### ۳.۱۵.۱ ایسکی رمز اور عالمی رمز

ابتداء میں، کمپیوٹر استعمال کی خاطر لاطینی حروف تہجی اور اعشاری گنتی کے رمز طے کیے گئے۔ ایک بائٹ پر مبنی رمز جو نہایت مقبول ہوئے، ایسکی رمز کہلاتے ہیں۔ لاطینی حروف تہجی اور اعشاری ہندسوں کے ایسکی رمز جدول ۳.۱۵ میں پیش کیے گئے ہیں۔ ایسکی رمز میں بڑے حرف A کو  $01000001_2$  یعنی  $41_{16}$  اور صفر کو  $00110000_2$  ( $30_{16}$ ) کے رمز مختص کیے گئے۔ یوں، اس نظام کو استعمال کرتے ہوئے کمپیوٹر A کو  $01000001_2$  سے، اور صفر کو  $00110000_2$  سے ظاہر کرے گا۔ یاد رہے کہ، اس طرح کے نظام میں جدول دیکھ کر رمز کی معنی اخذ کی جائے گی۔

ایک بائٹ میں  $00000000_2$  سے  $11111111_2$  تک  $256_{10}$  مختلف رمز ہوں گے، جو ایک محدود تعداد ہے۔ جیسے جیسے دنیا کی مختلف زبان بولنے والوں کے ہاں کمپیوٹر کا استعمال رائج ہوا، ایسکی رمز کے (محدود) رمز کم پڑ گئے۔ موجودہ دور میں عالمی رمز<sup>۵۸</sup> رائج ہے، جس میں دنیا کی تمام زبانوں (شمول اردو، پشتو، بلوچی، سندھی، پنجابی، وغیرہ) کے حروف تہجی کے رمز موجود ہیں۔ اس نظام میں ہر رمز چار بائٹ کا ہے۔ یہ کتاب عالمی رمز میں تشکیل دی گئی ہے۔ اس نظام میں ریاضیات اور سائنس کے دیگر مضامین میں درکار علامتیں بھی ڈھالی جاسکتی ہیں۔ امید یہی ہے کہ یہ نظام آنے والے زمانے میں درکار ضروریات پوری کرے گا۔

### ۳.۱۵.۲ عشری اعداد کے ثنائی رمز

کمپیوٹر کی مادری زبان ثنائی ہے، جبکہ انسان عشری نظام استعمال کرتا ہے۔ اعشاری گنتی کے کئی رمز زیر استعمال ہیں، جن میں سے ایک ثنائی مرموز اعشاریہ<sup>۵۹</sup> ہے۔ اعشاری گنتی کے کل دس رمز ہیں۔ جدول ۳.۱۴ میں تین بٹ رمز

<sup>۵۷</sup>asciicodes  
<sup>۵۸</sup>unicode  
<sup>۵۹</sup>binarycodeddecimal(BCD)

جدول ۳.۱۵: ایسکی رمز

ایسکی رمز	لاطینی حروف یا هندسه
01000001 <sub>2</sub>	A
01000010 <sub>2</sub>	B
01000011 <sub>2</sub>	C
01000100 <sub>2</sub>	D
⋮	⋮
01011000 <sub>2</sub>	X
01011001 <sub>2</sub>	Y
01011010 <sub>2</sub>	Z
01100001 <sub>2</sub>	a
01100010 <sub>2</sub>	b
01100011 <sub>2</sub>	c
⋮	⋮
01111010 <sub>2</sub>	z
00110000 <sub>2</sub>	0 <sub>10</sub>
00110001 <sub>2</sub>	1 <sub>10</sub>
00110010 <sub>2</sub>	2 <sub>10</sub>
⋮	⋮
00111000 <sub>2</sub>	8 <sub>10</sub>
00111001 <sub>2</sub>	9 <sub>10</sub>

جدول ۳.۱۶: ۱۰ اعشاری اعداد کے چارہٹ شنائی رموز۔

اعشاری اعداد	شنائی سررموز اعشاریہ
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001

دکھائے گئے جوکل آجھ ہیں۔ انہیں استعمال کرتے ہوئے اعشاری گسنتی کے دس ہندسوں کو ظاہر نہیں کیا جاسکتا۔ اس کے برعکس چارہٹ کل سولہ رمزدیں گے، جنہیں اعشاری گسنتی کے دس ہندسوں کے رموز کے طور پر استعمال کیا جاسکتا ہے۔ جدول ۳.۱۶ میں چارہٹ پر مبنی ابتدائی دس علامتیں استعمال کرتے ہوئے اعشاری گسنتی کے ہندسوں کے رموز پیش کیے گئے ہیں۔ آخری چھ علامتیں زیر استعمال نہیں۔ یہ **ثنائی** رموز **عشری** یا **ثنائی** رموز **عشری** کہلاتے ہیں۔

۳.۱۵.۳ گرے رمز

اس نظام میں اعشاری ہندسوں کے رمزیوں رکھے گئے کہ کسی بھی دو متواتر اعشاری ہندسوں کے رمز میں صرف ایک ہٹ کا فرق ہو۔ جدول ۳.۱۷ چارہٹ گرے رمز پیش کرتا ہے۔

طبعی متغیرات کو عددی روپیہ میں، عموماً، گرے رموز ۶۰ میں لکھا جاتا ہے۔ اس کی افادیت ایک مثال سے سمجھتے ہیں۔

تصور کریں کہ ایک بڑھتے ہوئے فاصلے کو چارہٹ کے عام شنائی نظام میں ناپا جاتا ہے۔ یوں 0111<sub>2</sub> کے بعد 1000<sub>2</sub> آئے گا۔ اب تصور کریں کسی وجہ سے، اس چارہٹ شنائی عدد کا بلند رتبی ہٹ نسبتاً جلدی 0 سے 1 میں تبدیل ہوتا ہو۔ یوں ایک لمحے کے لئے 0111<sub>2</sub> کے بعد 1111<sub>2</sub> پڑھا جائے گا، جس کے بعد اصل عدد 1000<sub>2</sub> آجائے گا۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ ایک لمحے کے لئے فاصلہ غلط پڑھا جائے گا، جس سے مسائل کھڑے ہو سکتے ہیں۔ اس کے برعکس اگر گرے رمز استعمال کیا جائے تب 0100 کے بعد 1100 پڑھا جائے گا جو درست قیمت ہے۔

جدول ۱.۳: اعشاری اعداد کے چارہٹ گرے رمز۔

اعشاری اعداد	چارہٹ گرے رمز
0000	0
0001	1
0011	2
0010	3
0110	4
0111	5
0101	6
0100	7
1100	8
1101	9
1111	10
1110	11
1010	12
1011	13
1001	14
1000	15

### سوالات

سوال ۱.۳: درج ذیل بولین مساوات کا جدول لکھیں۔

د.  $(A + B)(AB + BC + \bar{C}A)$

ه.  $A\bar{B} + \bar{A}B$

و.  $A\bar{B} + B\bar{C}$

ا.  $XYZ + \bar{X}Y\bar{Z}$

ب.  $ABC + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C}$

ج.  $A(B + \bar{C})$

جواب:

الف	ب	ج
X Y Z	A B C	A B C
0 0 0   0	0 0 0   0	0 0 0   0
0 0 1   0	0 0 1   1	0 0 1   0
0 1 0   1	0 1 0   0	0 1 0   0
0 1 1   0	0 1 1   0	0 1 1   0
1 0 0   0	1 0 0   0	1 0 0   1
1 0 1   0	1 0 1   1	1 0 1   0
1 1 0   0	1 1 0   0	1 1 0   1
1 1 1   1	1 1 1   1	1 1 1   1

سوال ۲.۳: تف عمل  $AB + CD$  کا متمم  $\overline{AB + CD} = (\overline{A} + \overline{B})(\overline{C} + \overline{D})$  ہے۔ درج ذیل کا متمم لکھیں۔

۱.  $X + YZ + XY$

۲.  $AB(C\overline{D} + \overline{C}D)$

۳.  $\overline{A}\overline{B} + \overline{A}\overline{B}$

جواب: (۱)  $\overline{X}(\overline{Y} + \overline{Z})(\overline{X} + \overline{Y})$ ، (۲)  $\overline{A} + \overline{B} + (\overline{C} + \overline{D})(C + \overline{D})$ ، (۳)  $(A + B)(\overline{A} + \overline{B})$

سوال ۳.۳: درج ذیل کے ادوار جمع، ضرب اور منفی گیٹوں کی مدد سے بنائیں۔

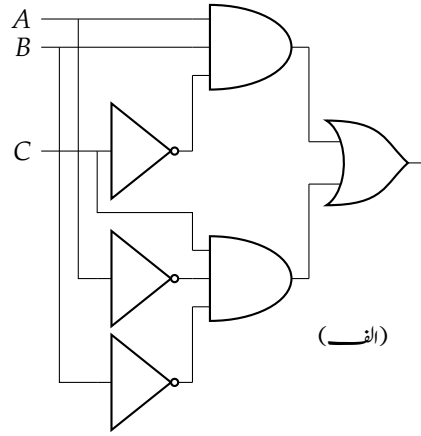
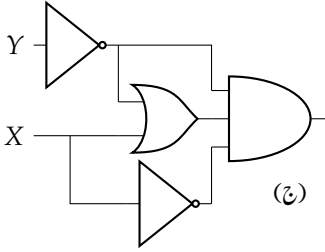
۱.  $ABC + \overline{A}\overline{B}\overline{C} + ABC$

۲.  $\overline{X}\overline{Y}(X + \overline{Y})$

۳.  $ABC + \overline{A}\overline{B}\overline{C}$

۴.  $AB + BC + CA$

۵.  $A + B(A + \overline{C})$



جواب:

سوال ۳.۴: ڈی مارگن کلیات کو بولین جدول سے ثابت کریں۔

سوال ۳.۵: بولین جدول سے درج ذیل ثابت کریں۔

۱.  $X + \overline{X}Y = X + Y$

۲.  $X\overline{Y} + XY = X$

جواب: درج ذیل جدول کا دایاں اور بائیں قطار ایک جیسے ہیں لہذا جزو-اثابت ہوا۔

X	Y	$X\overline{Y} + XY$
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

سوال ۳.۶: درج ذیل کو مجموعہ ارکان ضرب کی شکل میں لکھیں۔ جدول لکھ کر درستگی ثابت کریں۔

ج.  $(A + B)(A + B + C)(C + B)$

ا.  $(A + B)(C + D)$

د.  $(A + B + C)(\bar{B} + \bar{C})$

ب.  $(A + B)(\bar{B} + C)(A + \bar{C})$

جواب: (ا)  $AC + AD + BC + BD$ ، (ب)  $A\bar{B} + A\bar{B}\bar{C} + AC + ABC$

سوال ۳.۷: (ا) بولین مسائل استعمال کرتے ہوئے درج ذیل کو ضرب بعد از جمع کی شکل میں لکھیں۔ (ب) ان تفاعل کے جدول لکھ کر یہی جواب حاصل کریں۔ (ج) دیے گئے تفاعل اور حاصل جواب کے جدول لکھ کر جواب کی درستگی ثابت کریں۔

ج.  $X\bar{Y}(\bar{Y}\bar{Z} + YZ)$

ا.  $XYZ + X\bar{Y} + \bar{X}\bar{Y}$

د.  $(A + B\bar{C})(\bar{A}B + \bar{B}A)$

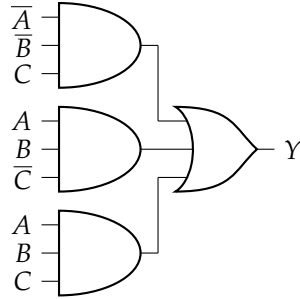
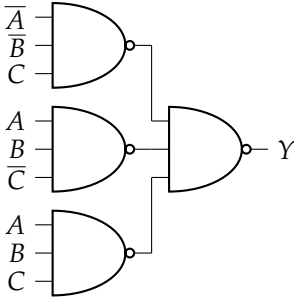
ب.  $XY + \bar{Z}X$

جواب: (ا)  $(X + \bar{Y} + Z)(X + \bar{Y} + \bar{Z})(\bar{X} + \bar{Y} + Z)$

سوال ۳.۸: تفاعل  $Y$  درج ذیل صورتوں میں 1 کے برابر ہے۔ اگر  $A = 0$ ،  $B = 0$ ، اور  $C = 1$  ہو یا اگر  $A = 1$ ،  $B = 1$ ، اور  $C = 0$  ہو اور یا اگر  $A = 1$ ،  $B = 1$ ، اور  $C = 1$  ہو۔ دیگر صورت تفاعل کی قیمت (0) ہے۔ ان معلومات کا جدول لکھ کر تفاعل کی سادہ مساوات مجموعہ ارکان ضرب کے روپ میں حاصل کریں۔

جواب:  $Y = \bar{A}\bar{B}C + A\bar{B}\bar{C} + ABC$

سوال ۳.۹: (ا) گزشتہ سوال میں دیے تفاعل  $Y$  کا ضرب و جمع<sup>۱۱</sup> دور بنائیں۔ (ب) اس تفاعل کا ضرب و جمع<sup>۱۲</sup> دور بنائیں۔ مداحل کے متمم دستیاب ہیں۔

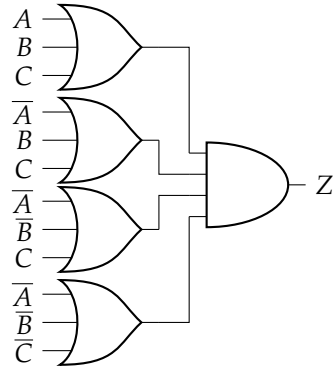
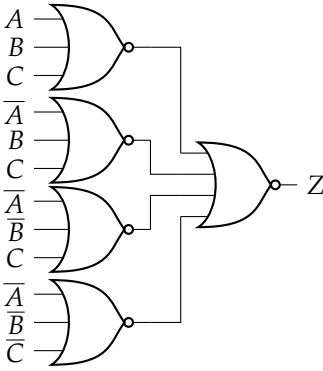


جواب:

سوال ۳.۱۰: تفاعل  $Z$  کی قیمت درج ذیل صورتوں میں صفر (0) ہے۔ اگر  $A = 0$ ،  $B = 0$ ، اور  $C = 0$  ہو یا اگر  $A = 1$ ،  $B = 0$ ، اور  $C = 0$  ہو یا اگر  $A = 1$ ،  $B = 1$ ، اور  $C = 0$  ہو اور یا اگر  $A = 1$ ،  $B = 1$ ، اور  $C = 1$  ہو۔ ان صورتوں کے علاوہ اس کی قیمت ایک (1) رہتی ہے۔ ان معلومات کا جدول لکھ کر  $Z$  کی ضرب بعد از جمع مساوات حاصل کریں۔

جواب:  $Z = (A + B + C)(\bar{A} + B + C)(\bar{A} + \bar{B} + C)(\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})$

سوال ۳.۱۱: (i) گزشتہ سوال میں دیے تفاعل  $Z$  کا جمع و ضرب دور بنائیں۔ (ب) اس تفاعل کا جمع و ضرب متعم و جمع متعم دور بنائیں۔ مداحسل کے متعم دستیاب ہیں۔



جواب:

سوال ۳.۱۲: جدول میں  $A$ ،  $B$ ، اور  $C$  تین آزاد داخلی متغیرات جبکہ  $F_0$ ،  $F_1$ ، اور  $F_2$  تابع خارجی متغیرات ہیں۔

$A$	$B$	$C$	$F_0$	$F_1$	$F_2$
0	0	0	0	1	1
0	0	1	1	0	1
0	1	0	1	1	0
0	1	1	0	0	0
1	0	0	1	1	1
1	0	1	0	0	1
1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	1	1

۱. تابع متغیرات مجموعہ ارکان ضرب روپ میں لکھیں۔

ب. ضرب گیٹ اور جمع گیٹ استعمال کرتے ہوئے تابع متغیرات کے ضرب و جمع دور بنائیں۔

ج. ضرب و جمع ادوار سے تابع متغیرات کے ضرب و ضرب متعم ادوار حاصل کریں۔



د. تابع متغیرات کو ضرب بعد از جمع روپ میں لکھیں۔

ه. جمع گیٹ اور ضرب گیٹ استعمال کرتے ہوئے تابع متغیرات کے جمع و ضرب ادوار بنائیں۔

و. جمع و ضرب ادوار سے تابع متغیرات کے جمع و ضرب متتم ادوار حاصل کریں۔

جواب: (۱)  $F_0 = \overline{A} \overline{B} C + \overline{A} B \overline{C} + A \overline{B} \overline{C} + A B C$  ،  $F_1 = \overline{A} \overline{B} \overline{C} + \overline{A} B C + A \overline{B} \overline{C} + A B C$

؛  $F_2 = \overline{A} \overline{B} \overline{C} + \overline{A} \overline{B} C + A \overline{B} \overline{C} + A \overline{B} C + A B C$

(۲)  $F_0 = (A + B + C)(A + \overline{B} + \overline{C})(\overline{A} + B + \overline{C})(\overline{A} + \overline{B} + C)$

سوال ۳.۱۳: درج ذیل تفاعل مجموعہ ارکان ضرب روپ میں ہیں۔ انہیں ضرب بعد از جمع روپ میں لکھیں۔

$$Y(A, B, C) = \sum(0, 7) \quad د.$$

$$Z(A, B) = \sum(0, 1) \quad ا.$$

$$Z(A, B, C, D) = \sum(0, 2, 5, 12) \quad ه.$$

$$F(A, B, C) = \sum(1, 3, 7) \quad ب.$$

$$F(A, B, C) = \sum(0, 5, 7) \quad ج.$$

جواب: (۱)  $Z = \prod(2, 3)$  (ج)  $F = \prod(1, 2, 3, 4, 6)$  (ه)  $Z = \prod(1, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15)$

سوال ۳.۱۴: درج ذیل تفاعل ضرب بعد از جمع روپ میں ہیں۔ انہیں مجموعہ ارکان ضرب روپ میں لکھیں۔

$$Z(A, B, C, D) = \prod(0, 1, 5, 7, 13, 15) \quad ج.$$

$$F(A, B) = \prod(1, 3) \quad ا.$$

$$Z(A, B, C) = \prod(0, 4, 7) \quad ب.$$

جواب: (۱)  $F = \sum(0, 2)$  (ج)  $Z = \sum(2, 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14)$

سوال ۳.۱۵: انٹرنیٹ سے درج ذیل معلوماتی صفحات<sup>۶۵</sup> حاصل کریں۔ یہ مخلوط ادوار پاکستان کے ہر شہر میں نہایت سستے دام دستیاب ہیں۔

ط. 4070

ز. 7404

ه. 4000

ج. 7408

ا. 7400

ح. 4049

و. 7432

د. 4081

ب. 4011

سوال ۳.۱۶: گزشتہ سوال میں 7400 مخلوط دور کے معلومات صفحات سے دریافت کریں اس میں موجود چار گیٹوں کے محارج کنہیوں پر دستیاب ہیں۔

جواب: پینے 3، 6، 8، اور 11

سوال ۳.۱۷: انٹرنیٹ سے تین مداخلتیں ضرب گیت اور چار مداخلتیں جمع گیت کے مخلوط ادوار دریافت کریں۔



## باب ۴

# کارناف نقشہ جات

بولوجین جدول سے کسی بھی تفاعل کی مساوات بذریعہ مجموعہ ارکان ضرب یا ضرب بعد از جمع حاصل کر کے اسے گیٹوں کی مدد سے جامہ پہنایا جاسکتا ہے۔ عموماً، اس مساوات میں گیٹوں کی تعداد اور فی گیٹ مداحل کی تعداد کم کی جاسکتی ہے۔ کم مداحل کے، کم تعداد گیٹ استعمال کرنے سے عددی دور پر کم لاگت آئے گی۔ تفاعل کی سادہ صورت بولوجین منطق سے حاصل کی جاسکتی ہے، البتہ ایک نہایت عمدہ اور سادہ طریقہ کار جسے کارناف نقشہ جات کی ترکیب کہتے ہیں، استعمال کیا جاتا ہے۔ اس باب میں اس ترکیب پر غور کیا جائے گا۔ یہ ترکیب چار اور چار سے کم آزاد متغیرات کے تفاعل کی سادہ صورت حاصل کرنے میں نہایت آسان ثابت ہوگا۔

### ۴.۱ کارناف نقشے کا بنیادی خاکہ

دو آزاد متغیر تفاعل  $F(x, y)$  کے بولوجین جدول میں چار مختلف ارکان ضرب ہوں گے، جنہیں جدول ۴.۱ میں پیش کیا گیا ہے۔ اس کے کارناف نقشے<sup>۱</sup> میں چار خانے ہوں گے، جہاں ایک خانہ ایک رکن ضرب کو ظاہر کرتا ہے۔ کارناف نقشے میں ان چار خانوں کی ترتیب، شکل ۴.۱-الف میں دکھائی گئی ہے، جہاں بالائی صف میں  $x = 0$  جبکہ خلی صف میں  $x = 1$  ہے؛ یہ قیمتیں صفوں کے بائیں طرف، خانوں سے باہر، لکھی گئی ہیں۔ اسی طرح بائیں قطار میں  $y = 0$  جبکہ دائیں قطار میں  $y = 1$  ہے؛ یہ قیمتیں خانوں سے باہر، قطاروں کے اوپر جانب لکھی گئی ہیں۔ یوں بالائی صف اور دائیں قطار کے مشترکہ خانے میں  $x = 0$  اور  $y = 1$  ہے۔ اس خانے کے آزاد متغیرات کی شنائی قیمتوں کو اکٹھے 01 لکھیں۔ یہ خانہ رکن ضرب  $\bar{x}y$  کو ظاہر کرتا ہے، لہذا اس خانے میں  $\bar{x}y$  (شکل-الف) یا  $m_1$  (شکل-ب) لکھا جائے گا۔ باقی خانوں میں اسی طرح اندراج کیے جاتے ہیں۔ شکل ۴.۳ میں اسی طرز پر چار آزاد متغیر تفاعل کارناف نقشے میں خانہ  $m_{11}$  کی نشاندہی کی گئی ہے۔

<sup>۱</sup>Karnaughmap

جدول ۴.۱: دو متغیر ارکان ضرب۔

$x$	$y$	
0	0	$\bar{x}\bar{y}$ $m_0$
0	1	$\bar{x}y$ $m_1$
1	0	$x\bar{y}$ $m_2$
1	1	$xy$ $m_3$

	$y$
$x$	
	$m_0$ $m_1$
	$m_2$ $m_3$

(ب)

	$y$	
	0	1
0	$\bar{x}\bar{y}$ $m_0$	$\bar{x}y$ $m_1$
1	$x\bar{y}$ $m_2$	$xy$ $m_3$

اس صف میں  $x = 0$  ہے

اس قطار میں  $y = 1$  ہے

(۱)

شکل ۴.۱: دو آزاد متغیر کارنائف نقشے کی بنیادی صورت۔

تین آزاد متغیر تفاعل  $F(x, y, z)$  کے آٹھ ارکان ضرب ہوں گے۔ انہیں شکل ۴.۲ کے ”کارنائف نقشہ“ میں دکھایا گیا ہے۔ اس شکل میں دو صف اور چار قطار ہیں۔ صفوں کا تعین  $x$  کی قیمت، جبکہ قطاروں کا تعین  $yz$  کی قیمت کرتی ہے۔ ان قیمتوں کو (شنائی گسنتی کے روپ میں نہیں بلکہ) گرے رمز میں لکھا جاتا ہے۔ یوں، بائیں ہاتھ سے شروع کر کے، پہلی قطار میں  $yz$  کی قیمت 00، دوسری میں 01، تیسری میں 11 جبکہ آخری قطار میں 10 ہوگی۔

چار آزاد متغیر تفاعل  $F(w, x, y, z)$  کے سولہ ارکان ضرب ہوں گے، جنہیں چار صف اور چار قطار کے کارنائف کے نقشے میں سمویا جاسکتا ہے۔ شکل ۴.۳ میں ایسا کارنائف نقشہ دکھایا گیا ہے۔ یہاں صفوں کا تعین

$yz$		$x$				گرے رمز
		00	01	11	10	
$x$	0	$m_0$	$m_1$	$m_3$	$m_2$	
	1	$m_4$	$m_5$	$m_7$	$m_6$	

شکل ۴.۲: تین متغیر کارنائف نقشے کی بنیادی صورت۔

wx \ yz	yz			
	00	01	11	10
00	$m_0$	$m_1$	$m_3$	$m_2$
01	$m_4$	$m_5$	$m_7$	$m_6$
11	$m_{12}$	$m_{13}$	$m_{15}$	$m_{14}$
10	$m_8$	$m_9$	$m_{11}$	$m_{10}$

شکل ۴.۳: چار متغیر کارنائف نقشے کی بنیادی صورت۔

$wx$  کی قیمت، جبکہ قطاروں کا تسعین  $yz$  کی قیمت کرتی ہیں۔ ان قیمتوں کو گرے رمز میں لکھ کر خانوں کی پہچان کی جاتی ہے۔

اب تک آپ پر واضح ہو چکا ہو گا کہ کارنائف نقشے بناتے ہوئے صفوں اور قطاروں کو ”گرے رمز“ میں رکھا جاتا ہے۔ چار سے زیادہ متغیرات کے کارنائف نقشوں کا استعمال نسبتاً پیچیدہ ہوتا ہے، لہذا ان سے تفاعل کا سادہ روپ عموماً کمپیوٹر کی مدد سے حاصل کیا جاتا ہے۔

## ۴.۲ کارنائف نقشے کی بھرائی

بوولین جدول سے کارنائف نقشے کی بھرائی نہایت آسان اور سیدھا عمل ہے۔ بوولین جدول کی جن صفوں میں تفاعل کی قیمت 1 ہو، ان کے مطابق (کارنائف نقشے کے) خانوں میں 1 پر کریں؛ باقی خانوں میں 0 پر کریں۔ شکل ۴.۳-الف میں دو آزاد متغیر تفاعل  $F = \sum(m_0, m_1)$  کے لئے یہ عمل دکھایا گیا ہے۔ شکل-ج میں تفاعل کارنائف کا نقشہ پر کیا ہوا دکھایا گیا ہے۔ تفاعل کو مجموعہ ارکان ضرب کے روپ میں لکھنے سے کارنائف نقشہ میں پُر کئے جانے والے خانوں کی نشاندہی ہوتی ہے۔

تین آزاد متغیر تفاعل  $F = \sum(m_3, m_5, m_6, m_7)$  کی مثال شکل ۴.۵ میں پیش کی گئی ہیں۔

## ۴.۳ کارنائف نقشے سے تفاعل کی سادہ مساوات کا حصول

کارنائف نقشے میں متربی خانوں سے مراد ایسے  $2^n$  خانے ہیں جنہیں مربع یا مستطیل میں گھیرا جا سکے؛ یہاں  $n$  کی قیمت 1، 2، 3، وغیرہ ہو سکتی ہے۔ یوں 2، 4، 8، وغیرہ، ایسے خانے جنہیں مربع یا مستطیل میں گھیرا جا سکے متربی خانے کہلائیں گے۔ کوئی بھی خانہ (یا خانے) ایک سے زیادہ مربع یا مستطیل کا حصہ بن سکتا ہے (سکتے ہیں)۔

متربی خانوں میں تفاعل کی قیمت 1 ہونے کی صورت میں، ان خانوں کے ارکان ضرب کا مجموعہ بوولین

$x$	$y$	$F$	ارکان ضرب
0	0	1	$m_0$
0	1	1	$m_1$
1	0	0	$m_2$
1	1	0	$m_3$

$$F = \sum(m_0, m_1)$$

(د)

$x \backslash y$	0	1
0	1	1
1	0	0

(ج)

$x \backslash y$	0	1
0	$m_0$	$m_1$
1	$m_2$	$m_3$

(ب)

شکل ۴.۴: دو متغیر تقابل کارٹائف نقشے کی بھرائی۔

$x$	$y$	$z$	$F$	ارکان ضرب
0	0	0	0	$m_0$
0	0	1	0	$m_1$
0	1	0	0	$m_2$
0	1	1	1	$m_3$
1	0	0	0	$m_4$
1	0	1	1	$m_5$
1	1	0	1	$m_6$
1	1	1	1	$m_7$

$$F = \sum(m_3, m_5, m_6, m_7)$$

(د)

$x \backslash yz$	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	0	1	1	1

(ج)

$x \backslash yz$	00	01	11	10
0	$m_0$	$m_1$	$m_3$	$m_2$
1	$m_4$	$m_5$	$m_7$	$m_6$

(ب)

شکل ۴.۵: تین متغیر کارٹائف نقشے کی بھرائی۔

قوانین سے حل کر کے سادہ ترین رکن ضرب حاصل کیا جاسکتا ہے۔ یہ رکن ان متربی حانوں کے ارکان ضرب میں مشترک حصے پر مشتمل ہوگا۔

دو متربی بلند حانوں (جن میں تفاعل کی قیمت 1 ہوگی، کے ارکان ضرب کے مجموعہ) سے حاصل، سادہ ترین رکن ضرب میں آزاد متغیرات کی تعداد، تفاعل میں آزاد متغیرات کی تعداد سے ایک کم ہوگی۔ اسی طرح، چار بلند متربی حانوں سے حاصل، سادہ ترین رکن ضرب میں آزاد متغیرات کی تعداد، تفاعل میں آزاد متغیرات کی تعداد سے دو کم ہوگی۔ آٹھ متربی بلند حانوں سے حاصل، سادہ ترین رکن ضرب میں آزاد متغیرات کی تعداد، تفاعل میں آزاد متغیرات کی تعداد سے چار کم ہوگی۔

متربی حانے گھیرتے وقت یہ کوشش ہونی چاہئے کہ بڑے سے بڑا مربع یا مستطیل بنے۔ ایسا کرنے سے سادہ ترین رکن ضرب حاصل ہوگا۔ عموماً، متربی حانوں کو ایک سے زیادہ طریقوں سے گھیرا جاسکتا ہے، جن سے تفاعل کی مختلف سادہ صورتیں حاصل ہوں گی۔

اب ہم چند مثالوں کی مدد سے اس طریقہ کار کو سیکھتے ہیں۔

### ۳.۴.۱ دو آزاد متغیر تفاعل

دو متغیر تفاعل کے کارناف نقشے میں  $m_0$  اور  $m_1$  متربی حانے ہوں گے۔ اسی طرح  $m_0$  اور  $m_2$  متربی حانے ہوں گے، جبکہ  $m_1$  اور  $m_2$  متربی حانے نہیں ہوں گے۔

شکل ۳.۶ میں دو متغیر تفاعل اور اس کا کارناف نقشہ دیا گیا ہے۔ کارناف نقشے میں حانوں سے اوپر، متغیر  $y$  کی ممکن قیمتوں 0 اور 1 کی بجائے بالترتیب  $\bar{y}$  اور  $y$  لکھا گیا ہے (یعنی 1 کی جگہ متغیر لکھا گیا ہے جبکہ 0 کی جگہ متغیر لکھ کر اس پر لکیر لگائی گئی ہے جو پست متغیر کو ظاہر کرتا ہے)۔ اسی طرح حانوں کے بائیں جانب  $\bar{x}$  اور  $x$  لکھا گیا ہے۔

کارناف نقشے کے دو متربی حانوں میں تفاعل کی قیمت 1 ہے، جنہیں نقطہ دار مستطیل میں گھیرا گیا ہے۔ شکل-د میں ان حانوں کے ارکان ضرب کے مجموعہ کو بولین قوانین سے حل کر کے سادہ رکن حاصل کیا گیا۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ ان حانوں کے ارکان ضرب کے مجموعہ سے ایک متغیر رکن حاصل ہوتا ہے؛ یعنی دو متغیر تفاعل کی صورت میں دو حانوں سے ایک متغیر رکن حاصل ہوا۔

یہی مساوات، شکل-ج کے کارناف نقشے میں نقطہ دار مستطیل میں گھیرے، دو متربی حانوں کو دیکھ کر لکھی جاسکتی ہے۔ نقطہ دار مستطیل میں گھیرے دو متربی حانوں کے ارکان ضرب  $\bar{x}\bar{y}$  اور  $x\bar{y}$  ہیں۔ ان ارکان ضرب میں  $\bar{x}$  مشترک ہے، جبکہ ایک رکن میں  $\bar{y}$  اور دوسرے میں  $y$  ہے۔ یوں، نقطہ دار مستطیل میں گھیرے ارکان ضرب میں وہ حصہ جو مشترک ہو مطلوب سادہ رکن ہوگا۔ (غیر مشترک حصہ رد کرنا، شکل-د میں  $\bar{y} + y = 1$  کے مترادف ہے)۔ چونکہ ان حانوں کے علاوہ تمام حانوں میں 0 ہے لہذا یہی رکن تفاعل کی مساوات  $(F = \bar{x})$  ہوگی۔

شکل ۳.۷ میں ایک تفاعل کا جدول دیا گیا ہے جس میں متربی حانوں کے ارکان ضرب  $\bar{x}\bar{y}$  اور  $x\bar{y}$  میں  $\bar{y}$  مشترک ہے۔ چونکہ باقی حانوں میں 0 ہے، لہذا اس تفاعل کی سادہ مساوات  $F = \bar{y}$  ہوگی۔

شکل ۳.۸ کے تفاعل کے ارکان ضرب  $x\bar{y}$  اور  $xy$  میں  $x$  مشترک ہے (شکل-ج دیکھیں)۔ چونکہ باقی



باب ۴: کارنامہ نقش حیات

$$\begin{aligned}
 F &= \bar{x}\bar{y} + \bar{x}y \\
 &= \bar{x}(\bar{y} + y) \\
 &= \bar{x}(1) \\
 &= \bar{x}
 \end{aligned}$$

(د)

	$\bar{y}$	$y$
$\bar{x}$	$\bar{x}\bar{y}$	$\bar{x}y$
$x$		

(ج)

	$\bar{y}$	$y$
$\bar{x}$	1	1
$x$	0	0

(ب)

$x$	$y$	$F$	
0	0	1	$m_0$
0	1	1	$m_1$
1	0	0	$m_2$
1	1	0	$m_3$

(ا)

شکل ۴.۶: مترسبی بلند خانوں سے سادہ رکن ضرب کا حصول۔

$$\begin{aligned}
 F &= \bar{x}\bar{y} + x\bar{y} \\
 &= (\bar{x} + x)\bar{y} \\
 &= (1)\bar{y} \\
 &= \bar{y}
 \end{aligned}$$

(ج)

	$\bar{y}$	$y$
$\bar{x}$	$\bar{x}\bar{y}$	
$x$	$x\bar{y}$	

(ب)

	$\bar{y}$	$y$
$\bar{x}$	1	0
$x$	1	0

(ا)

شکل ۴.۷: مترسبی بلند خانوں سے سادہ رکن ضرب کا حصول۔

خانوں میں تفاعل کی قیمت 0 ہے لہذا تفاعل کے ارکان ضرب کا مجموعہ اسی رکن کے برابر ہوگا۔ یوں اس کی مساوات  $F = x$  ہوگی۔

شکل ۴.۹ میں ایک ہی خانے کو دو مترسبی خانوں کے ساتھ باری باری جوڑتے ہوئے سادہ مساوات حاصل کرنا دکھایا گیا ہے۔ آئیں اس مساوات کو بوولین منطق کی مدد سے حاصل

یہ دو مختلف ہیں

$x\bar{y}$ ,  $xy$

لکھائی میں  $x$  مشترک ہے

(ج)

	$\bar{y}$	$y$
$\bar{x}$		
$x$	$x\bar{y}$	$xy$

(ب)

	$\bar{y}$	$y$
$\bar{x}$	0	0
$x$	1	1

(ا)

شکل ۴.۸: مترسبی بلند خانوں سے سادہ رکن ضرب کا حصول۔

$\bar{x}\bar{y}$  اور  $\bar{x}y$  لکھنے میں  $\bar{x}$  مشترک ہے،

$x\bar{y}$  اور  $x\bar{y}$  لکھنے میں  $\bar{y}$  مشترک ہے،

لہذا مساوات  $F = \bar{x} + \bar{y}$  ہوگی۔

	$\bar{y}$	$y$
$\bar{x}$	$\bar{x}\bar{y}$	$\bar{x}y$
$x$	$x\bar{y}$	

	$\bar{y}$	$y$
$\bar{x}$	1	1
$x$	1	0

شکل ۹: متربی بلند خانوں سے سادہ رکن کا حصول۔

$F = 1$

	$\bar{y}$	$y$
$\bar{x}$	$\bar{x}\bar{y}$	$\bar{x}y$
$x$	$x\bar{y}$	$xy$

	$\bar{y}$	$y$
$\bar{x}$	1	1
$x$	1	1

شکل ۱۰: چار متربی خانوں سے سادہ رکن 1 حاصل ہوگا۔

کریں۔ مساوات کو ارکان ضرب کا مجموعہ لکھ کر اس کی سادہ روپ اخذ کرتے ہیں:

$$\begin{aligned}
 F &= x\bar{y} + \bar{x}\bar{y} + \bar{x}y \\
 &= x\bar{y} + \bar{x}\bar{y} + \bar{x}\bar{y} + \bar{x}y \\
 &= (x + \bar{x})\bar{y} + \bar{x}(\bar{y} + y) \\
 &= (1)\bar{y} + \bar{x}(1) \\
 &= \bar{y} + \bar{x}
 \end{aligned}$$

جہاں، دوسرے قدم پر جدول ۳.۱۲-ب کی شق 4 (صفحہ ۵۴) استعمال کرتے ہوئے  $\bar{x}\bar{y} = \bar{x}\bar{y} + \bar{x}\bar{y}$  لکھا گیا۔

شکل ۱۰ میں چار متربی خانے ایک مستطیل میں گھیرے جاسکتے ہیں۔ ایسی صورت میں تفاعل ہمیشہ بلند (1) رہے گا لہذا اس کی مساوات  $F = 1$  ہوگی۔

شکل ۱۱ میں متربی خانے نہیں پائے جاتے، لہذا ارکان ضرب کے مجموعہ کو مزید سادہ نہیں بنایا جاسکتا۔ جب بھی کوئی خانہ کسی مستطیل میں شامل نہ ہو، اس کا رکن ضرب جوں کا توں مجموعہ (اور مساوات) میں رہے گا۔

مشق ۱: ارکان ضرب کے مجموعہ کی سادہ صورت بودیلین قوانین سے حاصل کر کے ثابت کریں کہ شکل ۱۰ مشق ۴.۱۰

باب ۴: کارٹانف نقشہات

$$F = x\bar{y} + \bar{x}y$$

	$\bar{y}$	$y$
$\bar{x}$		$\bar{x}y$
$x$	$x\bar{y}$	

	$\bar{y}$	$y$
$\bar{x}$	0	1
$x$	1	0

شکل ۴.۱۱: وتریبی خانے نہیں پائے جاتے۔

$$F = \sum(m_3, m_5, m_6, m_7)$$

$$F(x, y, z) = xy + yz + xz$$

	$\bar{y}\bar{z}$	$\bar{y}z$	$yz$	$y\bar{z}$
$\bar{x}$	0	0	1	0
$x$	0	1	1	1

$xy$

$xz$        $yz$

شکل ۴.۱۲: تین متغیر تقاعّل کے کارٹانف نقشے سے سادہ مساوات کا حصول۔

میں تقاعّل کی سادہ مساوات  $F = 1$  ہے۔

مشق ۴.۲: رکن ضرب نہ ہونے کی صورت میں ثابت کریں کہ تقاعّل کی مساوات  $F = 0$  ہوگی۔

شکل ۴.۱۱ میں ایسا تقاعّل دیا گیا ہے جس کے خانے کسی مربع یا مستطیل میں نہیں گھیرے جاسکتے۔ ایسے تقاعّل کی مساوات کو سادہ نہیں بنایا جاسکتا۔

### ۴.۳.۲ تین متغیر تقاعّل

تین متغیر تقاعّل اور اس کا کارٹانف نقشہ شکل ۴.۱۲ میں دکھایا گیا ہے۔ کارٹانف نقشے میں دو وتریبی خانوں کو گھیرنے والے تین مستطیل بنائے گئے ہیں۔ یاد رہے، مستطیل یوں بنانا لازمی ہے کہ اس میں  $2^n$  خانے سموئے جائیں، جہاں  $n$  عدد صحیح ہے۔ یوں تین خانوں کو گھیرنے کی اجازت نہیں۔

درمیانی مستطیل  $m_3$  اور  $m_7$  گھیرتا ہے۔ ان خانوں کے ارکان ضرب میں  $x$  کی قیمت تبدیل ہوتی ہے، جبکہ  $yz$

دونوں میں مشترک ہے۔ یوں ان کا سادہ رکن  $yz$  ہوگا۔ باقی دو مستطیل سے  $xy$  اور  $xz$  حاصل ہوگا۔ یوں تفاعل کی سادہ مساوات ان کا مجموعہ  $(F = xy + yz + xz)$  ہوگا۔ اس مساوات کو ارکان ضرب کے مجموعہ سے بولین قوانین کی مدد سے حاصل کر سکتے ہیں (جو آپ کو اگلی مشق میں کرنا ہوگا)۔

$$F(x, y, z) = \sum(m_3, m_5, m_6, m_7)$$

(۴.۱) تفصیلی ارکان ضرب کا مجموعہ  $= \bar{x}yz + x\bar{y}z + xy\bar{z} + xyz$

سادہ ارکان ضرب کا مجموعہ  $= xy + yz + xz$

اس مساوات کی دوسری لکیر میں، ارکان ضرب تمام آزاد متغیرات پر مشتمل ہیں۔ اس طرح کے رکن ضرب کو تفصیلی رکن ضرب کہتے ہیں۔ مساوات کی تیسری لکیر کے ارکان ضرب میں، آزاد متغیرات کی تعداد کم ہے۔ اس طرح کے رکن ضرب کو سادہ رکن ضرب کہتے ہیں۔ اس کتاب میں، عموماً، دونوں اقسام رکن ضرب پکارے جائیں گے۔ امید کی جاتی ہے، متن سے مطلوب مطلب واضح ہوگا؛ جہاں ایسا نہ ہو، وہاں انہیں مکمل نام سے پکارا جائے گا۔

مشق ۴.۳: بولین الجبر استعمال کر کے مساوات ۴.۱ کی دوسری لکیر سے تیسری لکیر حاصل کریں۔ ساتھ ہی تسلی کر لیں کہ آپ شکل ۴.۱۲ کے کارنارف نقشے سے سادہ ارکان ضرب حاصل کرنا چاہتے ہیں۔

شکل ۴.۱۳ میں تین متغیر کارنارف نقشہ پیش کیا گیا ہے۔ نقشے میں  $m_0 = \bar{x}\bar{y}\bar{z}$  اور  $m_2 = \bar{x}y\bar{z}$  کا مجموعہ حاصل کرتے ہیں۔

$$\begin{aligned} m_0 + m_2 &= \bar{x}\bar{y}\bar{z} + \bar{x}y\bar{z} \\ &= \bar{x}\bar{z}(\bar{y} + y) \\ &= \bar{x}\bar{z} \end{aligned}$$

ان تین متغیر ارکان ضرب کے مجموعہ سے دو متغیر رکن ضرب حاصل ہوا۔ یوں  $m_0$  اور  $m_2$  حانوں کو مترہی حانے تصور کرنا ہوگا۔ انہیں اس پر تفصیل سے گفتگو کریں۔

کارنارف نقشے کے بایاں اور دایاں قطار کے حانوں کو مترہی تصور کریں۔ تصور میں اس کاغذ کو، جس پر کارنارف نقشہ بنا ہو، یوں گول کریں کہ کاغذ کا بایاں اور دایاں کنارہ آپس مل جائیں۔ اب پہلی اور آخری قطار کے حانے مترہی ہوں گے۔ اسی طرح، دو سے زیادہ صفوں کی صورت میں، نچلی اور بالائی صف کے حانے مترہی ہوں گے۔ تصور میں کاغذ کو یوں لپیٹیں کہ اس کا نچلا کنارہ بالائی کنارے سے جاملے۔ یوں ان صفوں کے حانوں کو مترہی تصور کیا جاسکتا ہے۔

شکل ۴.۱۳ میں  $m_0$  اور  $m_2$  کو مستطیل میں گھیرا دکھایا گیا ہے۔ (تصور کریں کہ لپیٹے گئے کاغذ پر ان حانوں کو مستطیل میں گھیرنے کے بعد، کاغذ کو دوبارہ سیدھا کیا گیا ہے؛ یوں مستطیل دو ٹکڑوں میں نظر آئے

باب ۴: کارٹانف نقشہات

$$F = \sum(m_0, m_2, m_5, m_7)$$

$$F(x, y, z) = \bar{x}\bar{z} + xz$$

	$\bar{y}\bar{z}$	$\bar{y}z$	$yz$	$y\bar{z}$
$\bar{x}$	1	0	0	1
$x$	0	1	1	0

شکل ۴.۱۳: کارٹانف نقشے کے اطراف آپس میں ملائیں۔

شکل ۴.۱۴: چار متربی خانے۔

شکل ۴.۱۳: کارٹانف نقشے کے اطراف آپس میں ملائیں۔

	$\bar{y}\bar{z}$	$\bar{y}z$	$yz$	$y\bar{z}$
$\bar{x}$	1	0	1	1
$x$	1	0	1	1

شکل ۴.۱۴: چار متربی خانے۔

شکل ۴.۱۴: چار متربی خانے۔

گ۔) ان خانوں میں  $\bar{x}\bar{z}$  مشترک ہے، جو ہمارے توقع کے عین مطابق ہے۔ خانہ  $m_5$  اور  $m_7$  میں  $xz$  مشترک ہے۔ یوں تفاعل کی سادہ مساوات ان سادہ ارکان کا مجموعہ  $F = \bar{x}\bar{z} + xz$  ہو گا۔

شکل ۴.۱۴ میں تین متغیر کارٹانف نقشے دیا گیا ہے، جس میں چار متربی خانوں کے دو سرے بنائے گئے ہیں۔ آپ کارٹانف نقشے کو دیکھ کر تفاعل کی سادہ مساوات لکھ سکتے ہیں۔ (اگر آپ ایسا نہیں کر سکتے، تیار ہو جائیں! اگلی مشق میں یہی کہنے کو کہا گیا ہے۔)

مشق ۴.۴: شکل ۴.۱۴ میں دئے تفاعل کی سادہ مساوات کارٹانف نقشے سے حاصل کریں۔ اسی مساوات کو بودیلین الجبرا کی مدد سے حاصل کریں۔ شکل میں چار کونوں کا مشترک حصہ ( $\bar{z}$ ) دکھایا گیا ہے۔

$$F(w, x, y, z) = wx + \bar{z}$$

	$\bar{y}\bar{z}$	$\bar{y}z$	$yz$	$y\bar{z}$
$\bar{w}\bar{x}$	1			1
$\bar{w}x$	1			1
$w\bar{x}$	1	1	1	1
$wx$	1			1

شکل ۴.۱۵: چار متغیر نقشہ (برائے مثال ۴.۱)

### ۴.۳.۳ چار متغیر تفاعل

چار آزاد متغیر تفاعل کے سولہ ارکان ضرب ہوں گے۔ اس کے کارناف نقشے میں متربی حنائوں کو پہچانے کی خاطر نقشے کو ایسی سطح پر بنایا ہوگا کہ نقشے کی دایاں قطار نقشے کی بائیں قطار سے جڑا ہو۔ اسی طرح نقشے کی بالائی صف اور نچلی صف سے آپس میں جڑے ہوں۔ یوں  $m_4$  خانہ  $m_6$  خانے سے جڑتا ہے، اور  $m_1$  خانہ  $m_9$  خانے سے جڑتا ہے۔

اس نقشے میں دو، چار، آٹھ اور سولہ متربی حنائے بنانا ممکن ہے۔ دو متربی حنائوں کے ارکان ضرب کا مجموعہ ایک رکن ضرب دے گا، جس میں تین متغیرات ہوں گے۔ چار متربی حنائوں کے ارکان ضرب کا مجموعہ ایک رکن ضرب دے گا، جس میں دو آزاد متغیرات ہوں گے۔ آٹھ متربی حنائوں کے ارکان ضرب کا مجموعہ ایک رکن ضرب دے گا، جس میں ایک متغیر ہوگا، جبکہ سولہ متربی حنائوں کے ارکان ضرب کا مجموعہ 1 کے برابر ہوگا۔

چار متغیر کارناف نقشوں کی چند مثالیں دیکھتے ہیں۔

مثال ۴.۱: درج ذیل تفاعل کی سادہ مساوات شکل ۴.۱۵ میں پیش کی گئی ہے۔

$$F(w, x, y, z) = \sum(m_0, m_2, m_4, m_6, m_8, m_{10}, m_{12}, m_{13}, m_{14}, m_{15})$$

□

مثال ۴.۲: درج ذیل تفاعلات کی سادہ مساوات حاصل کریں۔

$$F(w, x, y, z) = \sum(m_0, m_5, m_7, m_{10}, m_{11}, m_{13}, m_{15})$$

$$F(w, x, y, z) = \sum(m_0, m_2, m_8, m_{10})$$

## باب ۴: کارناف نقش جات

	$\bar{y}\bar{z}$	$\bar{y}z$	$yz$	$y\bar{z}$
$\bar{w}\bar{x}$	1			1
$\bar{w}x$				
$wx$				
$w\bar{x}$	1			1

$$F(w, x, y, z) = \bar{x}\bar{z}$$

(ب)

	$\bar{y}\bar{z}$	$\bar{y}z$	$yz$	$y\bar{z}$
$\bar{w}\bar{x}\bar{y}\bar{z}x$	1			
$\bar{w}\bar{x}$		1	1	
$wx$		1	1	
$w\bar{x}$			1	1

$$F(w, x, y, z) = \bar{w}\bar{x}\bar{y}\bar{z} + xz + w\bar{x}y$$

(ا)

شکل ۴.۱۶: چار متغیر نقش (برائے مثال ۴.۲)

حل: پہلا تفاعل شکل ۴.۱۶-الف میں دکھایا گیا ہے، جہاں چار متغیر ہی خانے سادہ رکن ضرب  $(xz)$ ، جبکہ دو متغیر ہی خانے  $w\bar{x}y$  رکن ضرب دیں گے، اور ایک خانہ جو کسی کے متغیر نہیں پایا جاتا رکن  $\bar{w}\bar{x}\bar{y}\bar{z}$  دے گا۔ یوں تفاعل کی سادہ مساوات ان ارکان کا مجموعہ  $F = \bar{w}\bar{x}\bar{y}\bar{z} + xz + w\bar{x}y$  ہوگا۔

دو تفاعل شکل ۴.۱۶-ب میں پیش کیا گیا ہے، جہاں چار کونوں کو متغیر ہی تصور کریں، جو رکن  $\bar{x}\bar{z}$  دیں گے۔ یہی اس تفاعل کی سادہ مساوات  $F = \bar{x}\bar{z}$  ہے۔ □

مشق ۴.۵: شکل ۴.۱۶-ب کے چار خانوں کے ارکان ضرب کے مجموعہ کا سادہ روپ، بولین قوانین کی مدد سے حاصل کر کے ثابت کریں کہ یہ متغیر ہی خانے ہیں۔

مثال ۴.۳: تین آزاد متغیرات کے بلا شرکت گیٹ کا کارناف نقش حاصل کریں۔

حل: شکل ۴.۱۷ میں نقش پیش ہے۔ اس میں متغیر ہی خانے نہیں پائے جاتے، لہذا اس کی مساوات مزید سادہ نہیں بنائی جاسکتی۔ □

$$F(x, y, z) = x \oplus y \oplus z$$

	$\bar{y}\bar{z}$	$\bar{y}z$	$y\bar{z}$	$yz$
$\bar{x}$		1		1
$x$	1		1	

شکل ۴.۱۷: تین متغیر بلا شرکت گیت کا نقشہ (برائے مثال ۴.۳)

$$F(x, y, z) = \sum(m_0, m_2, m_3, m_6, m_7)$$

	$\bar{y}\bar{z}$	$\bar{y}z$	$y\bar{z}$	$yz$
$\bar{x}$	1		1	1
$x$			1	1

$\bar{x}\bar{z}$  —  
—  $y$

شکل ۴.۱۸: سادہ مساوات سے ارکان ضرب کے مجموعہ کا حصول (مثال ۴.۴)۔

۴.۳.۴ سادہ مساوات سے تفاعل کے ارکان ضرب کا حصول

کسی بھی تفاعل کی سادہ مساوات کا حصول بذریعہ کارنائف نقشہ آپ نے دیکھا۔ اس حصے میں اس طریقہ کار کو الٹ چلا کر تفاعل کی سادہ مساوات سے ارکان ضرب کا مجموعہ حاصل کیا جائے گا۔ یہ ترکیب مثال سے بہتر سمجھ آئی گی۔

مثال ۴.۴: درج ذیل سادہ مساوات سے تفاعل کے ارکان ضرب کا مجموعہ دریافت کریں۔

$$F(x, y, z) = y + \bar{x}\bar{z}$$

حل: شکل ۴.۱۸ میں سادہ مساوات سے کارنائف نقشہ حاصل کیا گیا، جس سے مجموعہ ارکان ضرب لکھا گیا۔ □

۴.۴ ضرب بعد از جمع روپ میں سادہ مساوات

کارنائف نقشے کے ان خانوں میں 1 پُر کیا جاتا ہے جن میں تفاعل کے بولین جدول میں ارکان ضرب کی قیمت 1 ہو۔ تفاعل کے متمم کے بولین جدول میں جہاں پہلے 0 تھتا اب وہاں 1 ہوگا۔ اس جدول کے کارنائف نقشے سے ارکان ضرب کے مجموعے کی مساوات، تفاعل کے متمم کی سادہ مساوات ہوگی۔ یہ مساوات مجموعہ ارکان ضرب کے روپ میں ہوگی، جس کا متمم لے کر اصل تفاعل کی (ضرب بعد از جمع روپ میں) سادہ مساوات حاصل ہوگی۔ ایک مثال سے اس بات کی وضاحت کرتے ہیں۔



	$\bar{y}\bar{z}$	$\bar{y}z$	$yz$	$y\bar{z}$
$\bar{x}$	0	0	1	1
$x$	1	1	0	0

$$F = \bar{x}y + x\bar{y} \quad (\text{ب})$$

	$\bar{y}\bar{z}$	$\bar{y}z$	$yz$	$y\bar{z}$
$\bar{x}$	1	1	0	0
$x$	0	0	1	1

$$\bar{F} = \bar{x}\bar{y} + xy \quad (\text{ج})$$

$x$	$y$	$z$	$F$	$\bar{F}$
0	0	0	0	1
0	0	1	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	1	0
1	0	0	1	0
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	1	0	1

(۱)

شکل ۴.۱۹: مجموعہ ارکان ضرب اور ضرب بعد از جمع کی شکل میں سادہ مساوات (مثال ۴.۵)۔

مثال ۴.۵: مندرجہ ذیل تفاعل کی مجموعہ ارکان ضرب اور ضرب بعد از جمع شکل میں سادہ مساوات حاصل کریں۔

$$F(x, y, z) = \sum(m_2, m_3, m_4, m_5)$$

حل: شکل ۴.۱۹-الف میں تفاعل اور اس کے متمم کا جدول پیش کیا گیا ہے۔ شکل-ب میں تفاعل کی مساوات، ارکان ضرب کے مجموعہ کی صورت میں دی گئی ہے۔ شکل-ج میں دی گئی مساوات، تفاعل کے متمم کی ہے، جس کا متمم لے کر (اور بولین کلیات استعمال کر کے) تفاعل کے ارکان جمع کی ضرب کی (درج ذیل) سادہ مساوات حاصل ہوگی۔

$$\begin{aligned}
 F = \bar{\bar{F}} &= \overline{\bar{x}\bar{y} + xy} \\
 &= (\bar{\bar{x}\bar{y}})(\overline{xy}) \\
 &= (\bar{\bar{x}} + \bar{\bar{y}})(\bar{x} + \bar{y}) \\
 &= (x + y)(\bar{x} + \bar{y})
 \end{aligned}$$

□

	$\bar{y}$	$y$
$\bar{x}$	1	0
$x$	$d$	1

$$F = x + \bar{y}$$

(ج)

	$\bar{y}$	$y$
$\bar{x}$	1	0
$x$	$d$	1

$$F = \bar{y} + x$$

(ب)

$x$	$y$	$F$	$\bar{F}$
0	0	0	1
0	1	1	0
1	0	$d$	$d$
1	1	1	0

(۱)

شکل ۴.۲۰: غیر دلچسپ حال (مثال ۴.۶)۔

## ۴.۵ غیر دلچسپ حال

ہم نے اب تک جتنے تفاعل دیکھے، ان میں مداحل کی تمام صورتوں کے مطابقتی محارج دستیاب اور ضروری تھے۔ بعض اوقات مداحل کی چند قیمتیں ممکن نہیں ہوں گی یا ان کے مطابقتی محارج استعمال نہیں ہوں گے۔ مداحل کے ان قیمتوں کو غیر دلچسپ حال<sup>۲</sup> کہتے ہیں۔

تفاعل کی سادہ مساوات حاصل کرتے وقت، کارناف نقشے کے غیر دلچسپ حال خانوں میں 0 یا 1 کی بجائے  $d$  درج کیا جاتا ہے۔ مگر یہی خانے گھیرتے وقت اگر کسی غیر ضروری خانے میں 1 تصور کرنے سے زیادہ سادہ مساوات حاصل ہو تو اس خانے میں 1 تصور کیا جاتا ہے، اور اگر اس میں 0 تصور کرنے سے زیادہ سادہ مساوات حاصل ہوتی ہے تو اس میں 0 تصور کیا جاتا ہے۔

مثال ۴.۶: درج ذیل تفاعل کی سادہ مساوات، مجموعہ ارکان ضرب اور ضرب بعد از جمع کے روپ میں حاصل کریں۔

$$F(x, y) = \sum(m_0, m_3)$$

$$d(x, y) = \sum(m_2)$$

حل: تفاعل کا ایک حال غیر دلچسپ ہے۔ شکل ۴.۲۰ میں تفاعل کا یوولین جدول اور کارناف نقشے دکھائے گئے ہیں۔ مجموعہ ارکان ضرب کے روپ میں سادہ مساوات حاصل کرتے وقت غیر دلچسپ خانے کی قیمت 1 تصور کرنے سے (زیادہ) سادہ مساوات حاصل ہوگی (شکل-ب)۔ ضرب بعد از جمع کے روپ میں بھی غیر دلچسپ خانے کی قیمت 1 تصور کرنے سے (زیادہ) سادہ مساوات حاصل ہوگی (شکل-ج)۔ □

	$\bar{y}\bar{z}$	$\bar{y}z$	$yz$	$y\bar{z}$
$\bar{w}\bar{x}$	1	d	d	1
$\bar{w}x$		d		
$wx$	1	1		
$w\bar{x}$	1	1	d	

$F(w, x, y, z) = w\bar{y} + \bar{w}\bar{x}$

$w\bar{y}$

شکل ۴.۲۱: غیر دلچسپ حالات (مثال ۴.۷)۔

مثال ۴.۷: درج ذیل تفاعل کی سادہ مساوات حاصل کریں۔

$$F(w, x, y, z) = \sum(m_0, m_2, m_8, m_9, m_{12}, m_{13}, m_{15})$$

$$d(w, x, y, z) = \sum(m_1, m_3, m_{11})$$

حل: شکل ۴.۲۱ میں کارٹانف نقشہ پیش کیا گیا ہے۔ سادہ مساوات کے حصول میں (بالائی صف کے) دو غیر دلچسپ خانوں کی قیمت 1، جبکہ باقی دو غیر دلچسپ خانوں کی قیمت 0 تصور کی گئی۔ کارٹانف نقشے میں 0 کو نظر پوش کیا گیا ہے۔ تفاعل کی مساوات شکل میں دی گئی ہے۔

□

### سوالات

سوال ۴.۱: جدول صداقت میں چار داخلی متغیرات ہیں۔ ابتدائی آٹھ محارج 0 اور آخری آٹھ 1 ہیں۔ اس کارٹانف نقشہ کھینچیں۔

جواب:

جدول ۴.۲: تقاضا کے جدول

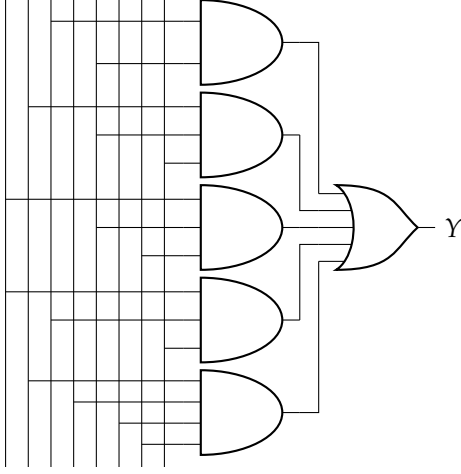
(ب)								(گ)							
A	B	C	D	Y <sub>3</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>	A	B	C	D	Y <sub>3</sub>	Y <sub>2</sub>	Y <sub>1</sub>	Y <sub>0</sub>
0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1	0
0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1
0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1
0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0
0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1
1	0	1	0	x	x	x	x	1	0	1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	x	x	x	x	1	0	1	1	0	1	0	0
1	1	0	0	x	x	x	x	1	1	0	0	0	1	1	0
1	1	0	1	x	x	x	x	1	1	0	1	1	0	1	0
1	1	1	0	x	x	x	x	1	1	1	0	1	1	0	0
1	1	1	1	x	x	x	x	1	1	1	1	1	1	0	1

AB \ CD	CD			
	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	0	0	0	0
11	1	1	1	1
10	1	1	1	1

سوال ۴.۲: جدول ۴.۲-الف کے  $Y_3$  کا کارٹانف نقشہ بنائیں۔ اس سے سادہ ترین مساوات حاصل کر کے عددی دور تخلیق دیں۔

سوال ۴.۳: جدول ۴.۲-الف کے  $Y_2$  مخرج کا کارٹانف نقشہ بن کر سادہ ترین عددی دور تخلیق دیں۔

جواب:

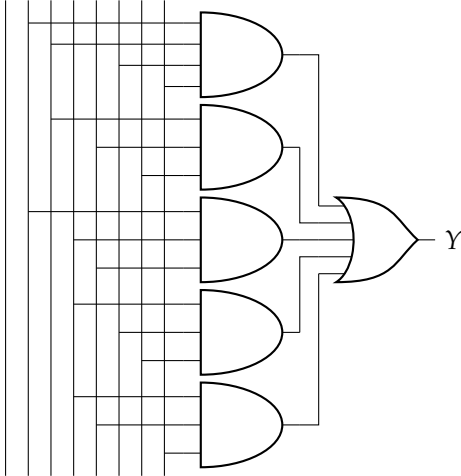
$$A\bar{A}B\bar{B}C\bar{C}D\bar{D}$$


AB \ CD				
	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	0	0	1	1
11	1	0	1	1
10	0	0	1	0

سوال ۴.۴: جدول ۴.۲-الف کے  $Y_1$  مخارج کا کارٹائف نقشہ بنا کر سادہ ترین عددی دور تخلیق دیں۔

سوال ۴.۵: جدول ۴.۲-الف کے  $Y_0$  مخارج کا کارٹائف نقشہ بنا کر سادہ ترین عددی دور تخلیق دیں۔

جواب:

$$A\bar{A}B\bar{B}C\bar{C}D\bar{D}$$


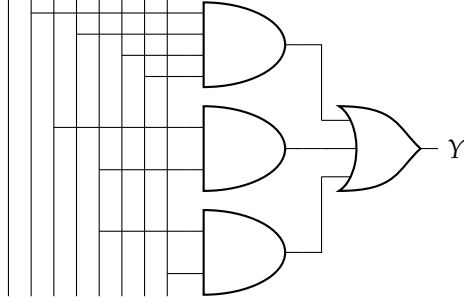
AB \ CD				
	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	1	0	1	0
11	0	0	1	0
10	0	1	0	1

سوال ۴.۶: جدول ۴.۲-ب کے  $Y_3$  مخارج کا کارٹائف نقشہ بنا کر سادہ ترین عددی دور تخلیق دیں۔

سوال ۴.۷: جدول ۴.۲-ب کے  $Y_2$  مخارج کا کارٹائف نقشہ بنا کر سادہ ترین عددی دور تخلیق دیں۔

جواب:

$A\bar{A}B\bar{B}C\bar{C}D\bar{D}$



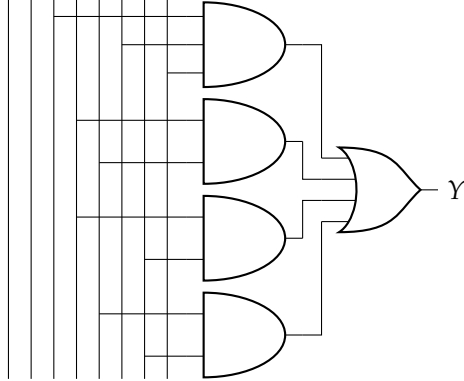
AB \ CD				
	00	01	11	10
00	0	1	0	1
01	0	0	1	1
11	x	x	x	x
10	0	0	x	x

سوال ۸.۳: جدول ۳.۲-ب کے  $Y_1$  مخارج کا کارنامہ نقشہ بنا کر سادہ ترین عددی دور تخلیق دیں۔

سوال ۹.۳: جدول ۳.۲-ب کے  $Y_0$  مخارج کا کارنامہ نقشہ بنا کر سادہ ترین عددی دور تخلیق دیں۔

جواب:

$A\bar{A}B\bar{B}C\bar{C}D\bar{D}$



AB \ CD				
	00	01	11	10
00	0	1	1	1
01	1	0	1	0
11	x	x	x	x
10	0	1	x	x



## باب ۵

### ترکیبی منطق اور ترکیبی ادوار

ترکیبی منطق<sup>۱</sup> سے مراد وہ منطق ہے جس میں محارج موجودہ مداحل پر منحصر ہو؛ یعنی، کسی بھی لمحہ پر تقاضا کا محارج، اُسی لمحہ کے مداحل پر منحصر ہوگا۔ ایسے تقاضا کو ترکیبی ادوار سے حابہ عمل پہنایا جاتا ہے، جو شنائی گیٹ سے حاصل کئے جاتے ہیں۔ اس باب میں ترکیبی ادوار پر غور کیا جائے گا۔

اس کے برعکس، ترتیبی منطق<sup>۲</sup> سے مراد وہ منطق ہے جس میں محارج موجودہ اور ماضی مداحل پر منحصر ہو؛ یعنی، کسی بھی لمحہ پر تقاضا کا محارج، گزرے اور موجودہ مداحل پر منحصر ہوگا۔ ترتیبی منطق کو ترتیبی ادوار سے حابہ عمل پہنایا جاتا ہے، جن پر اگلے باب میں غور کیا جائے گا۔

کسی بھی ترکیبی دور کو شکل ۱ کی ڈیہ شکل<sup>۳</sup> سے ظاہر کیا جاسکتا ہے، جہاں مداحل شنائی ہندسوں (مداحل پٹ) کو بائیں جبکہ محارج شنائی ہندسوں کو دائیں ہاتھ رکھا جاتا ہے۔

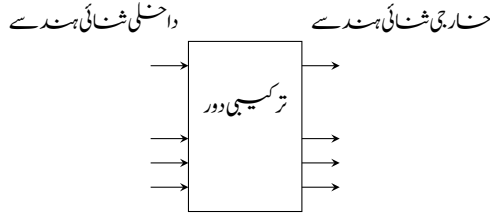
#### ۵.۱ شنائی جمع کار اور شنائی منفی کار

دو اعداد کو جمع یا منفی کرنا بنیادی حاب کا حصہ ہے۔ آئیں دو پٹ جمع کرنے والے دور پر غور کریں۔

---

combinationallogic<sup>۱</sup>  
sequentiallogic<sup>۲</sup>  
boxdiagram<sup>۳</sup>





شکل ۵.۱: ترکیبی دور کی ڈب شکل۔

### ۵.۱.۱ نصف جمع کار

ایک ہٹ کی قیمت صرف 0 یا 1 ہو سکتی ہے، لہذا دو ہٹ جمع کرتے ہوئے درج ذیل چار (شنائی) صورتیں پیدا ہوں گی۔ (اس باب میں شنائی ہندسے اور اعداد استعمال ہوں گے؛ زیر نوشتہ 2 لکھ کر وضاحت نہیں کی جائے گی۔)

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 10$$

اس مساوات میں دو ہٹ جمع کئے گئے، لہذا مداحصل کی تعداد دو ہوگی۔ مساوات میں اگر چہ پہلے تین جوابات ایک ہٹ ہیں، لیکن آخری جواب دو ہٹ ہے۔ یوں، تمام صورتوں سے نیچے کی خاطر، جوابات دو ہٹ تصور کیے جائیں گے، اور ذیل لکھنا بہتر ہوگا:

$$0 + 0 = 00$$

$$0 + 1 = 01$$

$$1 + 0 = 01$$

$$1 + 1 = 10$$

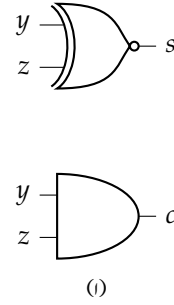
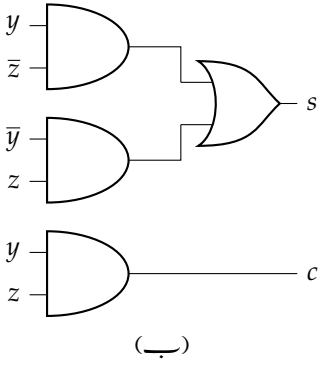
جس سے واضح ہے کہ جواب دو ہٹ ہیں۔ یوں، دو ہٹ جمع کرنے والے دور کے دو مداحصل اور دو مخارج ہوں گے۔ مداحصل کو  $y$  اور  $z$ ، جبکہ مخارج کو  $s$  اور  $c$  لکھ کر درج بالا مساوات کو جدول ۵.۱ میں پیش کیا گیا ہے، جس سے تفاسلات  $c$  اور  $s$  کی مساوات، مجموعہ ارکان ضرب کے روپ میں حاصل کرتے ہیں۔

$$\begin{aligned} c &= yz \\ s &= \bar{y}z + y\bar{z} \end{aligned} \quad (5.1)$$

ان تفاسلات کے (دو مختلف اتمام کے) ادوار شکل ۵.۲ میں پیش کیے گئے ہیں، جو نصف جمع کار کہلاتے ہیں۔ اس نام کی وضاحت اگلے حصہ میں ہوگی۔

جدول ۱.۵: دو بیت جمع

$y$	$z$	$c$	$s$
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0



شکل ۲.۵: نصف جمع کار

جدول ۵.۲: مکمل جمع کار

$x$	$y$	$z$	$c$	$s$
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

۵.۱.۲ مکمل جمع کار

آئیں، ایک سے زیادہ ہٹ شائی اعداد  $y = 111_2$  اور  $z = 11_2$  کے مجموعے کا حصول دیکھتے ہیں۔

$$\begin{array}{r} 11 \\ 111 \\ + 11 \\ \hline 1010 \end{array}$$

پہلے قدم پر کم تر تہی ہٹ  $y_0$  اور  $z_0$  کو نصف جمع کار حل کر سکتا ہے، لیکن اگلے قدم پر ہٹ  $y_1$  اور  $z_1$  جمع کرتے ہوئے گزشتہ قدم کا حاصل (1) بھی جمع کرنا ہوگا۔

ظاہر ہوا، دو اعداد جمع کرنے کی خاطر ایسا دور درکار ہوگا جو تین ہٹ جمع کر سکے۔ آئیں ایسا دور دیکھتے ہیں۔

اس دور کے مداحل  $x$ ،  $y$  اور  $z$  جبکہ محارج  $c$  اور  $s$  لیتے ہوئے (جہاں  $x$  پچھلے قدم کا حاصل ہوگا) جدول ۵.۲ لکھتے ہیں۔

جدول سے  $c$  اور  $s$  کے تفاعلات کی مساوات، مجموعہ ارکان ضرب کے روپ میں حاصل کرتے ہیں۔ یاد رہے جدول میں تین آزاد اور دو تابع متغیرات ہیں۔ ایک تابع متغیرہ کی مساوات حاصل کرتے وقت دوسرے تابع متغیرہ کو نظر انداز کریں۔ یوں  $c$  کی مساوات حاصل کرتے وقت تین مداحل  $x$ ،  $y$ ، اور  $z$  پر نظر رکھتے ہوئے  $c$  کے ارکان ضرب کا مجموعہ لیں۔ شکل ۵.۳ میں کارناف نقٹوں سے ان تفاعلات کی (درج ذیل) سادہ مساوات حاصل کی گئی ہیں۔

$$\begin{aligned} c &= xz + xy + yz \\ s &= x \oplus y \oplus z \end{aligned} \quad (۵.۲)$$

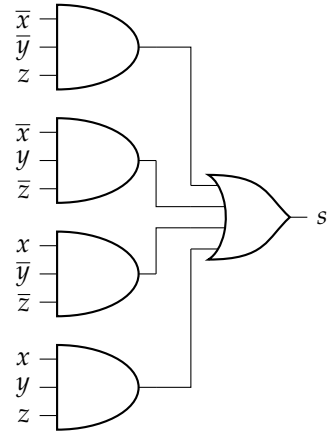
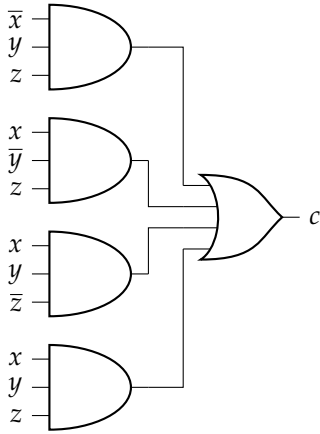
x \ yz	00	01	11	10
	0	1		1
1	1		1	

$s = x \oplus y \oplus z$

x \ yz	00	01	11	10
	0		1	
1		1	1	1

$c = xz + xy + yz$

شکل ۵.۳: مکمل جمع کار



شکل ۵.۴: مکمل جمع کار (مساوات ۵.۳)

کارٹاف نقشہ استعمال کیے بغیر جدول ۵.۲ سے ان تقاضات کی مساوات، مجموعہ ارکان ضرب کے روپ میں لکھتے ہیں۔

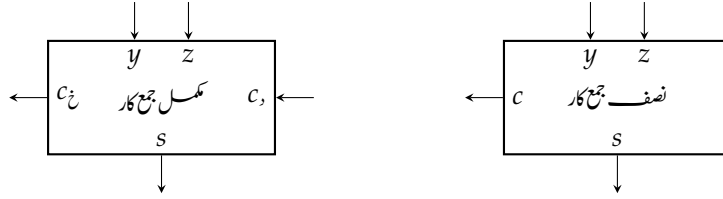
$$(۵.۳) \quad \begin{aligned} c &= \bar{x}yz + x\bar{y}z + xy\bar{z} + xyz \\ s &= \bar{x}\bar{y}z + \bar{x}y\bar{z} + x\bar{y}\bar{z} + xyz \end{aligned}$$

انہیں شکل ۵.۴ میں عملی جامہ پہنایا گیا ہے۔

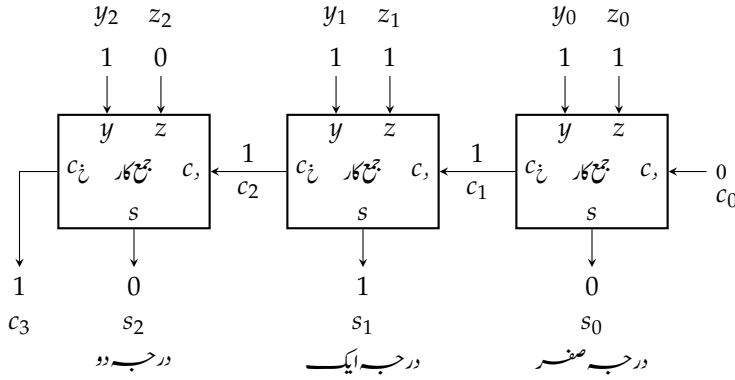
درج بالا پہلی مساوات کے درمیانے دو اجزاء کا مجموعہ  $x(\bar{y}z + y\bar{z})$  جبکہ باقی اجزاء کا  $(\bar{x} + x)yz$  ہے، لہذا  $c$  کے لئے درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$\begin{aligned} c &= (\bar{x} + x)yz + x(\bar{y}z + y\bar{z}) \\ &= yz + x(y \oplus z) \end{aligned}$$





شکل ۵.۶: نصف جمع کار اور مکمل جمع کار کی علامتیں۔



شکل ۵.۷: تین درجی، تین بٹ جمع کار

پیش کیا گیا ہے، جہاں مکمل جمع کار کو مختصراً ”جمع کار“ کہا گیا ہے۔ شنائی عدد  $y = 111 = y_2y_1y_0$  اور  $z = 011 = z_2z_1z_0$  ہیں۔ یوں کم رتی بٹ کے مکمل جمع کار کو دونوں اعداد کے کم رتی ہندسے،  $y_0 = 1$  اور  $z_0 = 1$ ، منراہم کیے جائیں گے، اور ساتھ ہی چونکہ پہلے قدم میں کوئی ”داخلی حاصل“ نہیں ہوگا لہذا داخلی حاصل  $c_0 = 0$  منراہم کیا جائے گا۔ اگلے قدم میں جمع کار کو  $y_1 = 1$  اور  $z_1 = 1$  کے ساتھ پہلے قدم کا حاصل  $c_1$  بطور داخلی حاصل، منراہم کیا جائے گا، جبکہ آخری جمع کار کو  $y_2 = 1$  اور  $z_2 = 0$  کے ساتھ گزشتہ قدم کا حاصل  $c_2$  منراہم کیا جائے گا۔ تین بٹ جمع کار، ان اعداد کا مجموعہ  $c_3s_2s_1s_0 = 1010_2$  دے گا۔

$$\begin{array}{r} 111 \\ 111 \\ + 011 \\ \hline 1010 \end{array}$$

شکل ۵.۸ میں چونکہ درج صفر کا داخلی حاصل ہمیشہ 0 ہوگا لہذا یہاں مکمل جمع کار کی بجائے نصف جمع کار بھی استعمال کیا جاسکتا تھا۔ ایسا کرتے ہوئے  $c_0$  منراہم کرنے کی ضرورت نہیں ہوگی۔

زیادہ بٹ اعداد کے مجموعہ کے لئے شکل ۷.۵ میں بائیں جانب مزید مکمل جمع کار کا اضافہ کیا جائے گا۔ یوں 8 بٹ (یعنی ایک بائٹ) اعداد کا مجموعہ آٹھ درجی جمع کار دے گا، جو 8 مکمل جمع کار پر مشتمل ہوگا، جبکہ 64 بٹ اعداد کے مجموعہ کے لئے 64 مکمل جمع کار پر مشتمل 64 بٹ جمع کار درکار ہوگا۔

مشق ۱۵: مخلوط دور 74283 چار بٹ مکمل جمع کار ہے (صفحہ ۲۹ پر مخلوط ادوار کے سلسلہ 74xxx کے بارے میں دوبارہ پڑھیں)۔ اس کے معلوماتی صفحات انٹرنیٹ<sup>۱۰</sup> سے حاصل کریں۔ اس مخلوط دور کو استعمال کرتے ہوئے 8 بٹ کے دو شناختی اعداد جمع کریں۔

### ۵.۱.۳ منفی کار

شناختی اعداد کو کمپیوٹر دو کے تکملہ کی مدد سے منفی کرتا ہے۔ دو کا تکملہ استعمال کرتے ہوئے شناختی اعداد منفی کرنے کے عمل پر دوبارہ نظر ڈالتے ہیں۔ یاد رہے، بلند ترتیبی بٹ کی جمع سے پیدا، آخری حاصل ضائع کیا جاتا ہے، جبکہ اس کی غیر موجودگی میں نتیجے کا دو کا تکملہ لیا جاتا ہے۔

شناختی عدد کے اساس منفی ایک تکملہ (یا متمم) کے ساتھ 1 جمع کرنے سے عدد کا اساسی تکملہ حاصل ہوگا۔ عدد کا متمم حاصل کرنے کی خاطر عدد کے ہر بٹ کا متمم لیا جاتا ہے۔ بٹ کا متمم بذریعہ منفی گیٹ لیا جاسکتا ہے۔

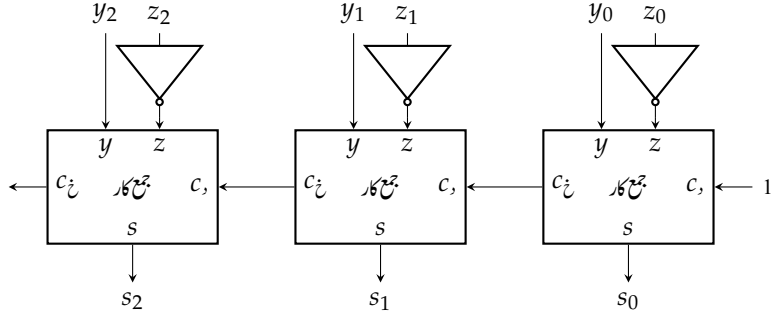
تین بٹ شناختی اعداد  $y$  اور  $z$  سے  $(y - z)$  حاصل کرنے کے لئے  $z$  کے متمم کے ساتھ 1 اور  $y$  جمع کرنا ہوگا۔ شکل ۵.۸ میں اس عمل کو عملی جامہ پہنایا گیا ہے، جہاں منفی گیٹ استعمال کر کے  $z$  کا متمم (یا ایک کا تکملہ) حاصل کیا گیا، اور ساتھ 1 جمع کرنے کی خاطر درجہ صفر کو داخلی حاصل 1 منراہم کیا گیا۔

شکل ۷.۵ اور شکل ۵.۸ دونوں میں مکمل جمع کار استعمال ہوئے۔ شکل ۷.۵ کے ساتھ منفی گیٹ منسلک کر کے اور داخلی حاصل  $c_0$  کو 0 کی بجائے 1 رکھنے سے شکل ۵.۸ حاصل ہوگا۔ جمع اور منفی اعمال ایک ہی دور سے بھی حاصل کیے جاسکتے ہیں۔ ایسا دور جسے **جمع و منفی کار** کہتے ہیں شکل ۵.۹ میں پیش ہے۔

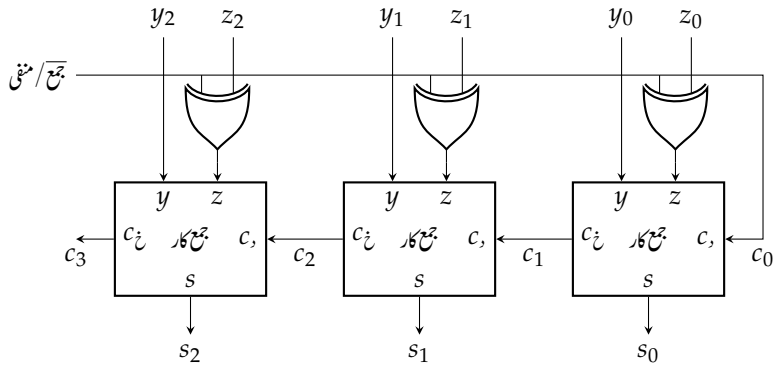
اس شکل میں بلاشرکت جمع گیٹ استعمال کیا گیا، اور فت ابواشارہ جمع/منفی کا اضافہ کیا گیا۔ اس فت ابواشارہ کی کارکردگی پر غور کرتے ہیں۔ جب جمع/منفی اشارہ پست (0) ہو بلاشرکت جمع گیٹ عدد  $z$  جوں کا توں مکمل جمع کار تک پہنچائے گا، اور ساتھ ہی  $c_0 = 0$  ہوگا؛ لہذا یہ دور تین بٹ جمع کار کی حیثیت سے کام کرے گا۔

اس کے برعکس، جب جمع/منفی اشارہ بلند (1) ہو بلاشرکت جمع گیٹ عدد  $z$  کا متمم  $\bar{z}$  مکمل جمع کار تک پہنچائے گا، اور ساتھ ہی  $c_0 = 1$  ہوگا؛ لہذا یہ دور تین بٹ منفی کار کی حیثیت سے کام کرے گا۔

<sup>۱۰</sup> انٹرنیٹ میں datasheet 74283 تلاش کریں۔  
adder-subtractor<sup>۱۱</sup>

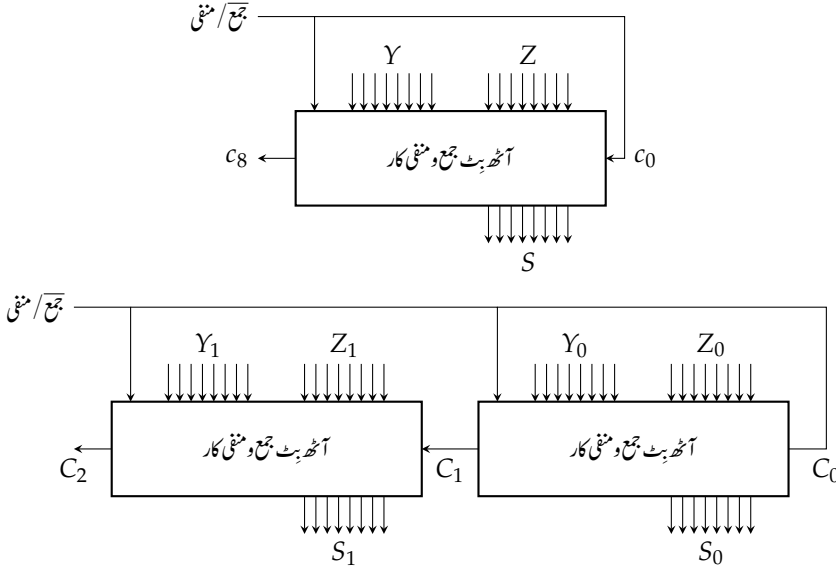


شکل ۸.۵: تین درجی، تین ہٹ منفی کار



شکل ۹.۵: تین ہٹ جمع و منفی کار





شکل ۵.۱۰: ایک اور دو بانڈ جمع و منفی کار

متابو اشارہ کے نام میں ”منفی“ اور ”لکھ کر یہ واضح کی گیا ہے کہ اشارہ بلند ہونے کی صورت میں منفی کار اور پست ہونے کی صورت میں جمع کار حاصل ہوگا۔

آٹھ بانڈ جمع و منفی کار کو ایک بانڈ جمع و منفی کار<sup>۱۲</sup> کہتے ہیں۔ شکل ۵.۱۰ میں ایک بانڈ اور دو بانڈ جمع و منفی کار دکھائے گئے ہیں۔ اس کے بائیں جانب مسزید درجات جوڑ کر متعدد بانڈ کا دور بنایا جاسکتا ہے۔ یہاں  $Y_0$  پہلے بانڈ (یعنی  $y_0$  تا  $y_7$ ) کو،  $Y_1$  اگلے بانڈ (یعنی  $y_8$  تا  $y_{14}$ ) کو ظاہر کرتا ہے، جبکہ  $C_2$  سے مراد دوسرے بانڈ کی جمع کا خارجی حاصل ہے۔

### ۵.۱.۴ عشری جمع کار

جیسا پہلے ذکر ہوا، عشری اعداد کو **ثنائی مرموز عشری**<sup>۱۳</sup> سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ ایسا مکمل جمع کار بناتے ہیں جو دو اعشاری ہندسوں  $M$ ،  $N$  اور داخلی حاصل  $c_d$  کو جمع کرتا ہو۔ چونکہ اعشاری ہندسے 0 تا 9، جبکہ داخلی حاصل 0 یا 1 ہو سکتا ہے، لہذا اس جمع کار کے جواب  $(M + N + c_d)$  کی قیمت  $(0 + 0 + 0 = 0)$  تا  $(9 + 9 + 1 = 19)$  ہوگی، جنہیں اعشاری، ثنائی مرموز اعشاریہ اور ثنائی روپ میں جدول ۵.۳ میں پیش کیا گیا ہے۔

جدول میں، چار بانڈ ثنائی روپ میں خارجی حاصل کو  $b_4$ ، جبکہ ثنائی مرموز اعشاریہ میں خارجی حاصل کو  $c$  سے ظاہر کیا گیا ہے۔ ان طریقوں میں 0 تا 9 جوابات ایک چیمے، جبکہ 10 تا 19 ایک

<sup>۱۲</sup>onebyteadder-subtractor  
<sup>۱۳</sup>binarycodeddecimal(BCD)

جدول ۵.۳: عشری جمع کار کے مطلوبہ جواب

شنائی					شنائی مسر موز اعشاریہ					اعشاری
$b_4$	$b_3$	$b_2$	$b_1$	$b_0$	$c$	$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	3
0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	4
0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	5
0	0	1	1	0	0	0	1	1	0	6
0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	7
0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	8
0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	9
0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	10
0	1	0	1	1	1	0	0	0	1	11
0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	12
0	1	1	0	1	1	0	0	1	1	13
0	1	1	1	0	1	0	1	0	0	14
0	1	1	1	1	1	0	1	0	1	15
1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	16
1	0	0	0	1	1	0	1	1	1	17
1	0	0	1	0	1	1	0	0	0	18
1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	19

دوسرے سے مختلف لکھے جاتے ہیں۔ یوں اگر چار بٹ شنائی جمع کار استعمال ہو اور جواب 0 تا 9 ہو تب یہی جواب بطور شنائی سرموز اعشاریہ جواب متابل قبول ہوگا، البتہ 9 سے بڑے شنائی جواب کو شنائی سرموز اعشاریہ جواب تسلیم نہیں کیا جاسکتا۔ آئیں دیکھتے ہیں ایسی صورت میں کیا کیا جاسکتا ہے۔

یہاں ایک دلچسپ حقیقت پر غور کرتے ہیں۔ نامتابل قبول شنائی جواب کے ساتھ  $0110_2$  شنائی طور جمع کرنے سے درست شنائی سرموز اعشاریہ جواب حاصل ہوگا۔ مثلاً،  $01010_2$  کے ساتھ  $0110_2$  جمع کرنے سے  $10000_2$  حاصل ہوگا، جو شنائی سرموز اعشاریہ میں درست جواب ہے۔ یوں 0 تا 9 شنائی جوابات کو جوں کا توں، جبکہ ان سے بڑے جوابات کے ساتھ  $0110_2$  شنائی طور جمع کر کے شنائی سرموز اعشاریہ جواب حاصل کیے جاسکتے ہیں۔

جدول سے واضح ہے کہ جب شنائی جمع کار کے جواب میں خارجی حاصل  $b_4$  بلند ہو، اس جواب کو شنائی سرموز اعشاریہ جواب تسلیم نہیں کیا جاسکتا؛ اس کے علاوہ جب  $b_3$  کے ساتھ  $b_2$  یا  $b_1$  بھی بلند ہو تب بھی جواب کو شنائی سرموز اعشاریہ تسلیم نہیں کیا جاسکتا۔ ان حقائق کو درج ذیل بولین مساوات بیان کرتی ہے، جہاں نامتابل قبول جواب کی صورت میں  $G$  بلند ہوگا۔

$$G = b_4 + b_3b_2 + b_3b_1 \quad (۵.۵)$$

اس حقیقت کو استعمال کرتے ہوئے شنائی جمع کار کی مدد سے شنائی سرموز عشریہ جمع کار<sup>۱۳</sup> (مختصراً عشریہ جمع کار) کا حصول شکل ۵.۱۱ میں دکھایا گیا ہے۔ اگر  $G$  پست ہو تب نچلا جمع کار بالائی جمع کار کے جواب کے ساتھ 0 جمع کر کے اسی جواب کو خارج کرتا ہے، جبکہ  $G$  بلند ہونے کی صورت میں ساتھ  $0110_2$  جمع کر کے درست شنائی سرموز اعشاریہ خارج کرتا ہے۔

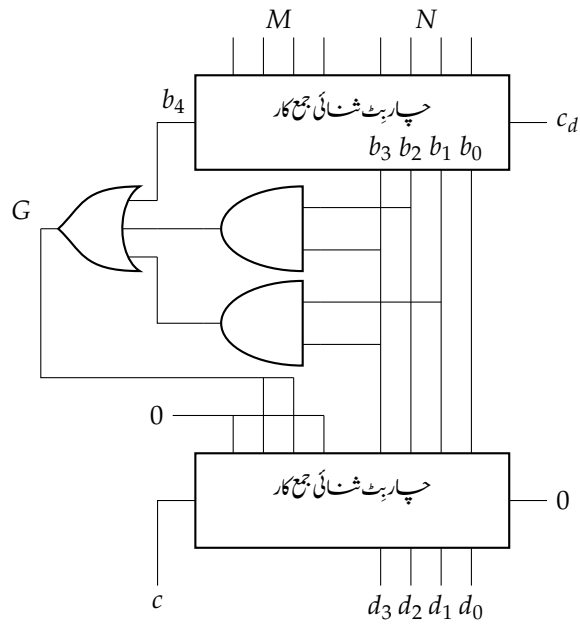
## ۵.۲ شنائی ضرب کار

شنائی ضرب بالکل اعشاری ضرب کی طرح کی جاتی ہے۔ دو بٹ شنائی اعداد  $y$  اور  $z$  کو قلم و کاغذ کی طرز پر ضرب کرتے ہیں۔

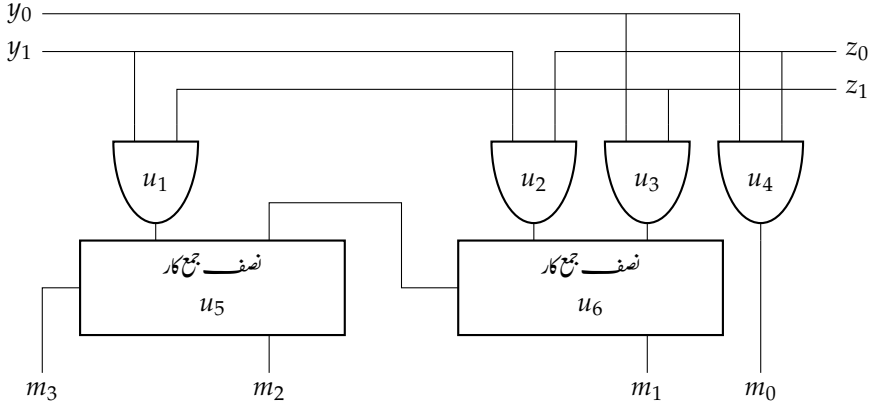
$$\begin{array}{r} z_1 \quad z_0 \\ y_1 \quad y_0 \\ \hline y_0z_1 \quad y_0z_0 \\ y_1z_1 \quad y_1z_0 \\ \hline m_3 \quad m_2 \quad m_1 \quad m_0 \end{array}$$

اس مساوات سے حاصل دو بٹ شنائی ضرب کار<sup>۱۵</sup> شکل ۵.۱۲ میں پیش ہے۔ زیادہ بٹ کے ضرب کار بھی اسی طرح تشکیل دیے جاتے ہیں۔

درج بالا قلم و کاغذ کی طرز پر ضرب میں کمترین بٹ  $m_0 = y_0z_0$  ہے جو شکل میں جمع گیٹ  $u_4$  دیتا ہے۔ اگلا بٹ  $m_1$  ہے جو  $y_0z_1$  اور  $y_1z_0$  کو جمع کر کے حاصل ہوگا۔ جمع گیٹ  $u_3$  ہمیں  $y_0z_1$  جبکہ  $u_2$  ہمیں  $y_1z_0$  دیتا



شکل ۵.۱۱: شنائی موزاعشاریہ روپ میں عشری جمع کار



شکل ۵.۱۲: دو بٹ شنائی ضرب کار

ہے، جنہیں دایاں نصف جمع کار  $u_6$  آپس میں جمع کر کے  $m_1$  اور حاصل (اگر موجود ہو) دیتا ہے۔ اس حاصل کو  $y_1 z_1$  (جو گیٹ  $u_1$  سے ملتا ہے) کے ساتھ بایاں نصف جمع کار  $u_5$  ملا کر  $m_2$  اور حاصل  $m_3$  دیگا۔

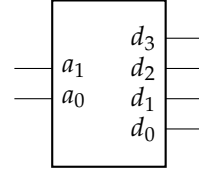
مشق ۵.۲: شنائی اعداد  $11_2$  اور  $10_0$  جمع کرنے کے قدم شکل ۵.۱۲ کے دور میں کرتے ہوئے دکھائیں۔

مشق ۵.۳: انٹرنیٹ سے 74284 مخلوط دور کے معلوماتی صفحات حاصل کریں۔ یہ مخلوط دور کیا کام سرانجام دیتا ہے؟

### ۵.۳ شناخت کار

دو بٹ چار علامتوں ( $2^2$ ) کو ظاہر کر سکتا ہے، جبکہ  $n$  بٹ  $2^n$  علامتوں کو ظاہر کر سکتا ہے۔ ایسا دور جو  $n$  مداحل کو دیکھ  $2^n$  منفرد محارج میں سے ایک چن کے شناختے کار کہلاتا ہے۔ اگر شناخت کار کے  $n$  مداحل کے تمام ترتیب زیر استعمال نہ لائے گئے ہوں، تب اس کے محارج  $2^n$  سے کم ہوں گے۔ شکل ۵.۱۳ میں دو سے چار

داخلی بٹ		خارجی بٹ			
$a_0$	$a_1$	$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$
0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0



شکل ۵.۱۳: دو سے چار شناخت کار

شناخت کار کی علامت اور کارکردگی کا جدول پیش ہیں۔ داخلی بٹوں کی ہر منفر د ترتیب، خارجی بٹوں میں سے ایک منفر د بٹ منتخب کرتی ہے۔ یہاں چنی گئی بٹ بلند کی گئی ہے، شناخت کاریوں بھی تشکیل دی جاسکتی ہے کہ منتخب بٹ پست ہو۔

مدخل 00 (جدول کی پہلی صف) کرنے سے چار خارج میں سے ایک، یعنی  $d_0$  کی شناخت ہوتی ہے۔ اسی طرح 01 خارج  $d_1$  کی، 10 خارج  $d_2$  کی، اور 11 خارج  $d_3$  کی شناخت کرتے ہیں۔

اگر  $d$  چار مختلف جگہیں، مثلاً، چار گلیاں، یا چار مکان، تصور کی جائیں، تب  $a$  ان کا پتہ ہوگا، جس کے ذریعہ ان تک پہنچنا ممکن ہوگا۔ اسی مشابہت سے  $a$  کو پتہ کے بٹ یا پتہ بٹے یا صرف پتہ<sup>۱۸</sup> کہتے ہیں۔ عددی برقیات میں اس طرح جگہ تعیین کرنے والے ”پتہ بٹوں“ کا استعمال عام ہے اور انہیں، عموماً،  $a$  سے ظاہر کیا جاتا ہے۔

کسی بھی پتہ کو اعشاری روپ میں لکھیں؛ یہی مقام منتخب ہوگا۔ یوں  $101_2$  پتہ، مقام  $5_{10}$  یعنی  $d_5$  منتخب کرے گا اور ہم کہیں گے، ہم  $d_5$  سے مخاطب ہیں۔

شکل ۵.۱۳ میں دیے جدول کو خارج کے لئے حل کر کے درج ذیل حاصل ہوں گے۔

$$d_0 = \bar{a}_1 \bar{a}_0$$

$$d_1 = \bar{a}_1 a_0$$

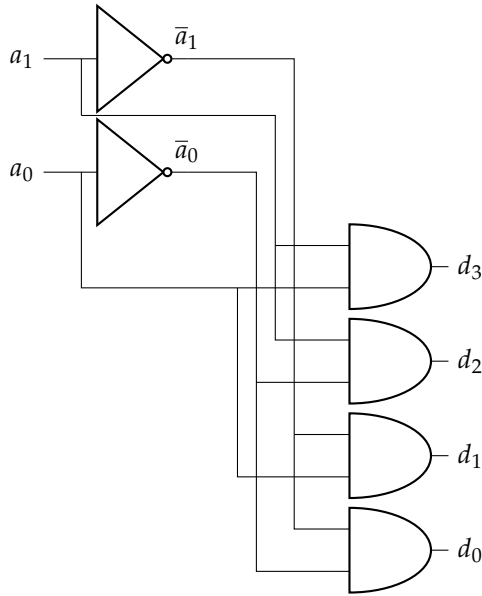
$$d_2 = a_1 \bar{a}_0$$

$$d_3 = a_1 a_0$$

شکل ۵.۱۴ میں ان مساوات سے حاصل دو با چار  $(2 \times 4)$  شناخت کار<sup>۱۹</sup> پیش ہے، جس کے داخلی بٹ کی تعداد دو (2)، جبکہ خارجی بٹ کی تعداد چار (4) ہے۔

شکل ۵.۱۴ میں پیش شناخت کار کے تمام ضرب گیٹوں کے ساتھ اضافی متبادل مدخل جوڑ کر مجاز و معذور صلاحیت کا  $(2 \times 4)$  شناخت کار حاصل ہوگا، جو شکل ۵.۱۵ میں پیش ہے۔ شناخت کار، بلند و متبادل اشارہ

<sup>۱۷</sup>addressbits  
<sup>۱۸</sup>address  
<sup>۱۹</sup>two by four decoder

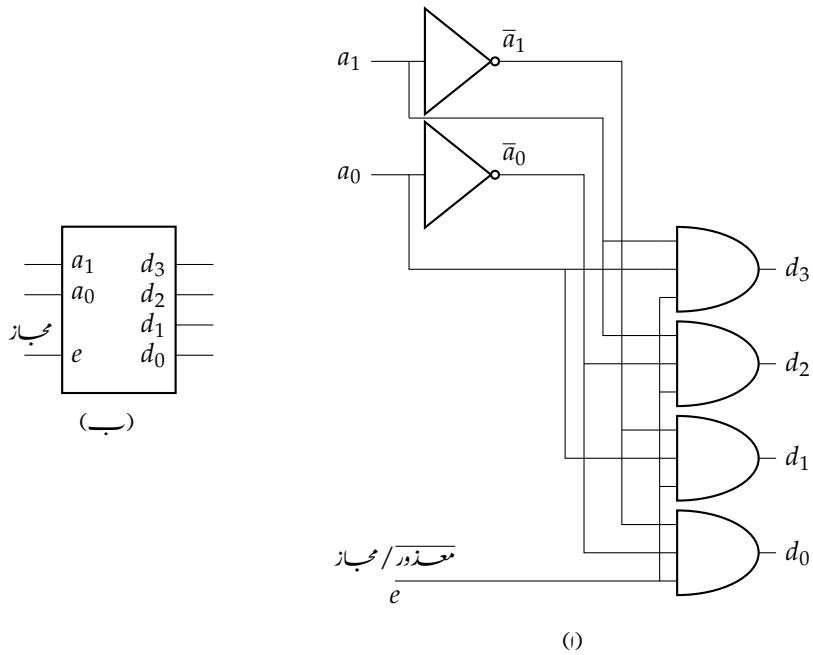


شکل ۵.۱۴: دو باچار شناخت کار

(e) کی صورت میں، شناخت کرنے کا مجاز ہوگا، پست اشارے کی صورت میں شناخت کار معذور ہوگا اور اس کے تمام مخارج پست ہوں گے۔ شکل-ب میں اس کی علامت پیش کی گئی ہے، جہاں متابو اشارہ کو مختصراً ”مجاز“ کہا گیا ہے۔

جدول ۵.۴-الف میں مجاز و معذور صلاحیت کے شناخت کار کی کارکردگی پیش کی گئی ہے۔ اس جدول کو مختصراً جدول-ب کی صورت میں پیش کیا جاتا ہے، جہاں پہلی صف میں متابو اشارہ پست ( $e = 0$ ) ہے لہذا  $a_0$  اور  $a_1$  کی قیمتیں اہمیت نہیں رکھتی؛ یوں پہلی صف میں  $a_0$  اور  $a_1$  کی قیمت  $x$  لکھی جاتی ہے۔

تین با آٹھ ( $3 \times 8$ ) شناخت کار کا دور حاصل کرنے کی خاطر، تین مداخل کا ایسا جدول لکھتے ہیں جس میں مداخل کی ہر ترتیب ایک منفرد مخارج منتخب کرے (جدول ۵.۵ دیکھیں)۔ چونکہ چٹا گیب مخارج بلند ہوگا، لہذا ایسا شناخت کار، بلند غلط پیرا کہلاتا ہے۔ مخارج تفاعلات کی مساوات، مجموعہ ارکان ضرب کی صورت



شکل ۵.۱۵: مجاز و معدور صلاحیت کا دو با چار شناخت کار

جدول ۵.۴: مجاز و معدور صلاحیت کا شناخت کار

(i)

$e$	$a_1$	$a_0$	$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0	0

(ب)

$e$	$a_1$	$a_0$	$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$
0	x	x	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0	0



جدول ۵.۵: بلند عمل پیرا، تین با آٹھ شناخت کار

$a_2$	$a_1$	$a_0$	$d_7$	$d_6$	$d_5$	$d_4$	$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

میں حاصل کرتے ہیں۔

$$d_0 = \bar{a}_2 \bar{a}_1 \bar{a}_0$$

$$d_1 = \bar{a}_2 \bar{a}_1 a_0$$

$$d_2 = \bar{a}_2 a_1 \bar{a}_0$$

$$d_3 = \bar{a}_2 a_1 a_0$$

$$d_4 = a_2 \bar{a}_1 \bar{a}_0$$

$$d_5 = a_2 \bar{a}_1 a_0$$

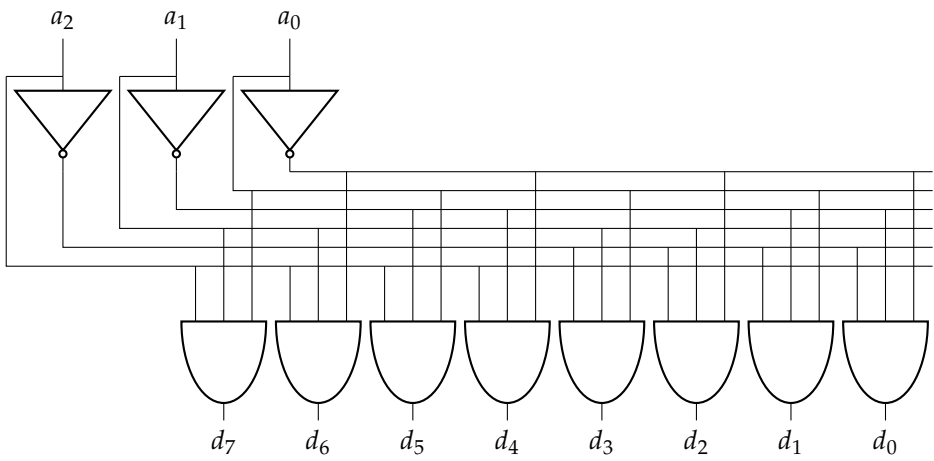
$$d_6 = a_2 a_1 \bar{a}_0$$

$$d_7 = a_2 a_1 a_0$$

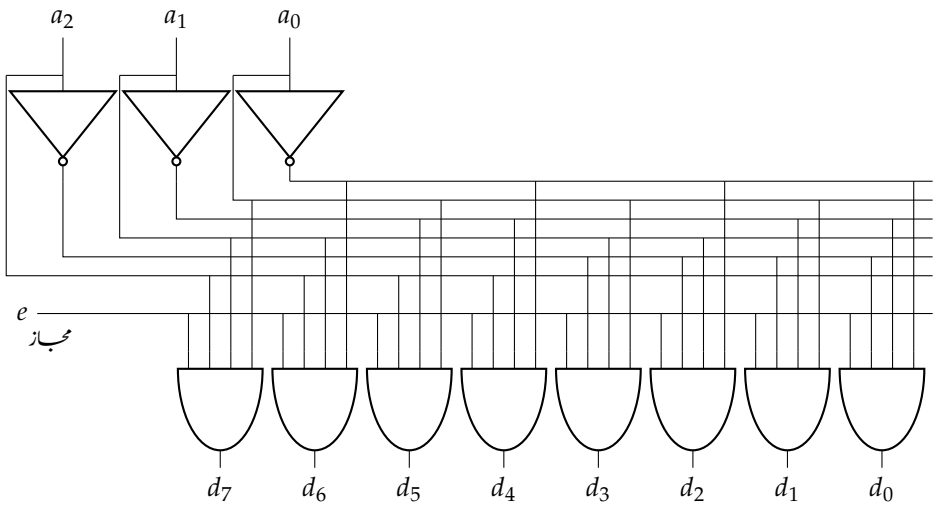
ان تفاعلات سے حاصل، بلند عمل پیرا، تین با آٹھ  $(3 \times 8)$  شناخت کار شکل ۵.۱۶ میں پیش ہے۔

اس میں مجاز مداحل کا اضافہ کرنے سے مجاز و معذور صلاحیت، بلند عمل پیرا، تین با آٹھ شناخت کار حاصل ہو گا جو شکل ۵.۱۷ میں پیش ہے۔ مجاز بلند ہونے کی صورت میں شناخت کار کام کرے گا، جبکہ پست مجاز کی صورت میں تمام مخارج پست رہیں گے؛ ہم کہتے ہیں یہ بلند مجاز شناخت کار ہے۔ جدول ۵.۶ میں اس کی کارکردگی پیش کی گئی ہے۔ پہلی صف میں  $e$  پست ہے، لہذا، شناخت کار معذور ہو گا، اور اس کے تین مداحل  $a_0$ ،  $a_1$ ، اور  $a_2$  کی قیمتیں اہمیت نہیں رکھتی؛ اسی لئے انہیں  $x$  لکھا گیا ہے جو 0 یا 1 ہو سکتا ہے۔ یہ (پہلی) صف درحقیقت،  $a_2 a_1 a_0$  کی آٹھ (8) قیمتوں،  $000_2$  تا  $111_2$ ، لہذا، آٹھ صفوں کو ظاہر کرتی ہے۔

مشق ۵.۴: شکل ۵.۱۷ میں دایاں جمع گیٹ کا مخارج کیا ہے؟ باقی مخارج بھی شکل سے حاصل کریں۔ کیا یہ جدول ۵.۵ پر پورا اترتے ہیں؟



شکل ۵.۱۶: بلند عمل پیرا، تین با آٹھ  $(3 \times 8)$  شناخت کار



شکل ۵.۱۷: بلند مجاز، بلند عمل پیرا، تین با آٹھ شناخت کار

جدول ۵.۶: بلند محباز، بلند عمل پسیرا، تین با آٹھ شناخت کار

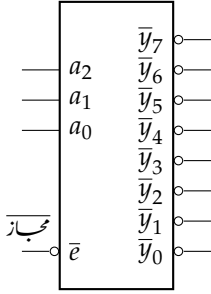
$e$	$a_2$	$a_1$	$a_0$	$d_7$	$d_6$	$d_5$	$d_4$	$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$
0	$x$	$x$	$x$	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

بعض اوقات، ایسے شناخت کار کی ضرورت پیش آتی ہے جس کا چننا گیا محباز پست ہو۔ ایسا شناخت کار، پستے عمل پر<sup>۲۲</sup> کہلاتا ہے۔ جدول ۵.۷ میں ایسا پست عمل پسیرا، تین با آٹھ شناخت کار پیش ہے، جو فتابو اشارہ محباز پست ہونے کی صورت میں کام کرتا ہے؛ ہم کہتے ہیں یہ پستے مجاز شناخت کار<sup>۲۳</sup> ہے۔ روایتاً، پست عمل پسیرا محباز کو  $\bar{a}$  سے ظاہر کیا جاتا ہے، جہاں  $\bar{a}$  پر ”لکیر“ اس بات کی یاد دہانی کراتی ہے کہ چننا گیا محباز پست ہوگا۔ فتابو اشارہ پر بھی ”لکیر“ کھینچی گئی ہے ( $\bar{a}$ ) جو اس حقیقت کو ظاہر کرتی ہے کہ شناخت کار اس صورت میں کام کرے گا جب فتابو اشارہ پست کیا جائے؛ یعنی فتابو اشارہ پست عمل پسیرا ہے۔ شکل ۵.۱۸ میں اس کا دور پیش ہے، جو شکل ۵.۱۷ میں ضرب گیٹ کی جگہ متم ضرب گیٹ ڈالنے سے، اور فتابو اشارہ کے ساتھ منفی گیٹ منسلک کرنے سے حاصل ہوگا۔

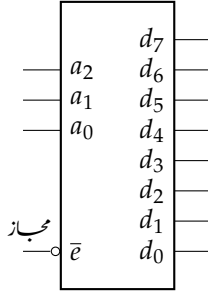
شکل ۵.۱۹ میں تین با آٹھ شناخت کار کی علامتیں پیش ہیں۔ شکل-الف میں بلند محباز، بلند عمل پسیرا، شکل-ب میں پست محباز، بلند عمل پسیرا اور شکل-ج میں پست محباز، پست عمل پسیرا روپ دکھائے گئے ہیں۔ ان علامتوں میں خارجی پینوں پر گول دائرہ اس بات کی یقین دہانی کراتا ہے کہ منتخب ہونے کی صورت میں یہ پست پست ہوگی۔ اسی طرح فتابو پست پر گول دائرہ یاد دہانی کراتا ہے کہ شناخت کار صرف اس صورت میں محباز ہوگا جب یہ اشارہ پست ہو۔

مشق ۵.۵: انٹرنیٹ سے  $3 \times 8$  پست عمل پسیرا شناخت کار کے مخلوط دور 74138 کے معلوماتی صفحات حاصل کریں۔ اس مخلوط دور کا ”دورانیہ رد عمل“ کتنا ہے؟

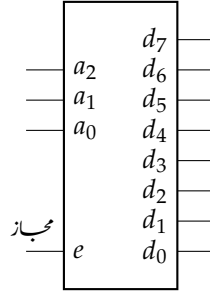




(ج) پست مجاز، پست عمل پیرا



(ب) پست مجاز، بلند عمل پیرا



(ا) بلند مجاز، بلند عمل پیرا

شکل ۵.۱۹: تین با آٹھ شناخت کار کی مختلف اقسام کی علامتیں۔

جدول ۵.۸: مکمل جمع کار کی کارکردگی (برائے مثال ۵.۸)

$x_0$	$y_0$	$c_0$	$c_1$	$s_0$
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

## ۵.۴ شناخت کار کی مدد سے تفاع عمل کا حصول

ہر تفاع عمل کی مساوات، ارکان ضرب کے مجموعہ کے روپ میں حاصل کی جاسکتی ہے۔ چونکہ شناخت کار تمام ممکنہ ارکان ضرب فراہم کرتا ہے، لہذا اس کے ساتھ جمع گیٹ جوڑ کر تفاع عمل کو عملی جامہ پہنایا جاسکتا ہے۔ یہ طریقہ کار ایک مثال کی مدد سے سیکھتے ہیں۔

مثال ۵.۱: مکمل جمع کار کو شناخت کار کی مدد سے ارکان ضرب استعمال کرتے ہوئے حاصل کریں۔

حل: مکمل جمع کار کی کارکردگی جدول ۵.۸ میں پیش ہے، جہاں  $x_0$  اور  $y_0$  کے ساتھ داخلی حاصل  $c_0$  جمع ہو کر  $s_0$  اور خارجی حاصل  $c_1$  پیدا ہوگا۔

جدول ۵.۹: تین با آٹھ شناخت کار ارکان ضرب دیتا ہے (برائے مثال ۵.۱)

$x_0$	$y_0$	$c_0$	$m_7$	$m_6$	$m_5$	$m_4$	$m_3$	$m_2$	$m_1$	$m_0$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0

اس جدول سے درج ذیل مساوات حاصل ہوتی ہیں۔

$$(5.1) \quad \begin{aligned} c_1 &= \bar{x}_0 y_0 c_0 + x_0 \bar{y}_0 c_0 + x_0 y_0 \bar{c}_0 + x_0 y_0 c_0 \\ s_0 &= \bar{x}_0 \bar{y}_0 c_0 + \bar{x}_0 y_0 \bar{c}_0 + x_0 \bar{y}_0 \bar{c}_0 + x_0 y_0 c_0 \end{aligned}$$

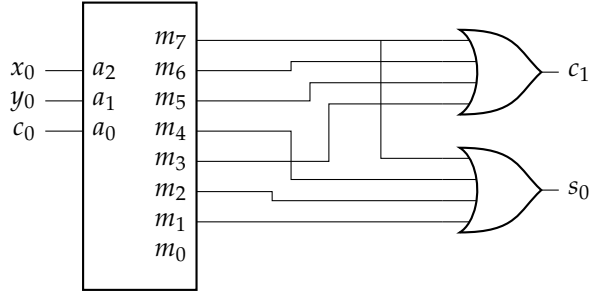
تین سے آٹھ شناخت کار جدول ۵.۹ میں پیش ہے، جہاں خارجی ہٹ کو مطابقتی ارکان ضرب لکھا گیا ہے۔ یوں درج ذیل ہوں گے۔

$$(5.2) \quad \begin{aligned} m_7 &= x_0 y_0 c_0 \\ m_6 &= x_0 y_0 \bar{c}_0 \\ m_5 &= x_0 \bar{y}_0 c_0 \\ m_4 &= x_0 \bar{y}_0 \bar{c}_0 \\ m_3 &= \bar{x}_0 y_0 c_0 \\ m_2 &= \bar{x}_0 y_0 \bar{c}_0 \\ m_1 &= \bar{x}_0 \bar{y}_0 c_0 \\ m_0 &= \bar{x}_0 \bar{y}_0 \bar{c}_0 \end{aligned}$$

مساوات ۵.۷ کو دیکھتے ہوئے مساوات ۵.۶ درج ذیل لکھی جاسکتی ہیں، جن سے مکمل جمع کار کا شکل ۵.۲۰ حاصل ہوگا۔

$$(5.8) \quad \begin{aligned} c_1 &= m_3 + m_5 + m_6 + m_7 = \sum (m_3, m_5, m_6, m_7) \\ s_0 &= m_1 + m_2 + m_4 + m_7 = \sum (m_1, m_2, m_4, m_7) \end{aligned}$$

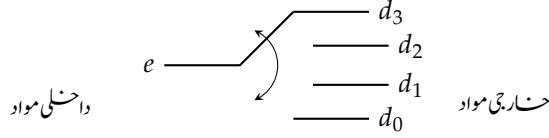
یہ تمام عمل نہایت آسان بنایا جاسکتا ہے اگر جدول ۵.۸ میں ارکان ضرب کا خانہ بنایا جائے (جدول ۵.۱۰ دیکھیں)۔ اس طرز پر جدول لکھ کر تفاعل کی مساوات، ارکان ضرب کے روپ میں



شکل ۵.۲۰: شناخت کار کی مدد سے مکمل جمع کار کا حصول

جدول ۵.۱۰: مکمل جمع کار کے ارکان ضرب (برائے مثال ۵.۱)

$x_0$	$y_0$	$c_0$	$c_1$	$s_0$	$m$
0	0	0	0	0	$m_0$
0	0	1	0	1	$m_1$
0	1	0	0	1	$m_2$
0	1	1	1	0	$m_3$
1	0	0	0	1	$m_4$
1	0	1	1	0	$m_5$
1	1	0	1	0	$m_6$
1	1	1	1	1	$m_7$



شکل ۵.۲۱: ایک سے چار خارجی منتخب کار کا تصور۔

حاصل کی جاسکتی ہے۔ اس جدول کو دیکھ کر مطلوب جواب فوراً لکھا جاسکتا ہے۔

$$c_1 = \sum (m_3, m_5, m_6, m_7)$$

$$s_0 = \sum (m_1, m_2, m_4, m_7)$$

□

## ۵.۵ داخلی منتخب کار اور خارجی منتخب کار

ایسا دور جو اکلوتے مداحسل پر مہیا شائی مواد کو  $2^n$  مخارج میں کسی بھی ایک پر بھیج کے ”خارجی منتخب کار“ کہلاتا ہے۔  
مطلوبہ مخارج کی نشاندہی  $n$  بٹ پتہ کرتا ہے۔

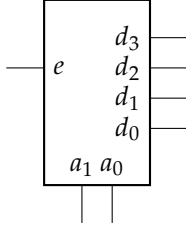
ایسا دور جو  $2^n$  مداحسل میں کسی بھی ایک پر مہیا شائی مواد کو اکلوتے مخارج پر بھیج کے ”داخلی منتخب کار“ کہلاتا ہے۔  
مطلوبہ مداحسل کی نشاندہی  $n$  بٹ پتہ کرتا ہے۔

### ۵.۵.۱ خارجی منتخب کار

شکل ۵.۲۱ میں خارجی منتخب کار کا تصور پیش کیا گیا ہے، جہاں مداحسل  $e$  پر آمد شائی مواد کو، پچی سوئچ کے ذریعہ،  
چار مختلف خارجی راستوں بھیجا جاسکتا ہے۔

مجاز و معذور صلاحیت کا شناخت کار بھی یہ کام سرانجام دے سکتا ہے۔ یہ دیکھنے کی خاطر جدول ۵.۴ کو  
یہاں دوبارہ پیش کرتے ہیں۔





$e$	$a_1$	$a_0$	$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$
0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0

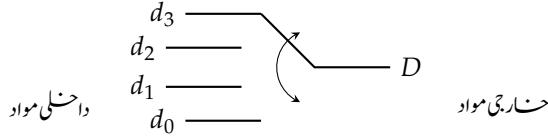
شکل ۵.۲۲: ایک ۴ سے چار  $(1 \times 4)$  خارجی منتخب کار

$e$	$a_1$	$a_0$	$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0	0	1	0
1	1	0	0	1	0	0
1	1	1	1	0	0	0

جدول میں  $a_1a_0$  کو دو بیت پتہ،  $e$  کو داخلی مواد، اور  $d_0$  تا  $d_3$  کو چار مختار رج راستے تصور کریں۔ جدول کی پہلی اور پانچویں صف پر نظر رکھیں، جہاں  $a_1a_0$  دو بیت پتہ 00 ہے، جو مختار رج  $d_0$  منتخب کرے گا۔ پہلی صف میں داخلی مواد 0 جبکہ پانچویں صف میں 1 ہے۔ مختار رج  $d_0$  کی مطابقتی قیمتیں یہی ہیں۔ پہلی صف میں  $d_0$  کی قیمت 0 جبکہ پانچویں صف میں اس کی قیمت 1 ہے۔ غیر منتخب مختار رج پست رہیں گے۔

باقی تین پتے 01، 10، اور 11 بالترتیب  $d_1$ ،  $d_2$ ، اور  $d_3$  منتخب کرتے ہیں۔ تسلی کر لیں کہ منتخب مختار رج پر وہی مواد ہے جو مدخل  $e$  پر ہے۔

اس جدول میں صفوں کی ترتیب نو کر کے شکل ۵.۲۲ میں پیش جدول کی صورت میں لکھا جاسکتا ہے، جو اس کی کارکردگی بطور خارجی منتخب کار واضح کرتا ہے۔ اس شکل میں  $(1 \times 4)$  منتخب کار کی علامت بھی پیش ہے۔



شکل ۵.۲۳: چار سے ایک داخلی منتخب کار کا تصور۔

## ۵.۵.۲ داخلی منتخب کار

شکل ۵.۲۳ میں داخل منتخب کار کا تصور پیش کیا گیا ہے، جہاں پچی سوئچ کے ذریعہ  $d_0$  تا  $d_3$  میں سے ایک کا مواد مختار منتقل کیا جاسکتا ہے۔

داخلی منتخب کار کو شناخت کار کی مدد سے شکل ۵.۲۴ میں حاصل کیا گیا ہے؛ شکل-ب میں اس کی علامت پیش ہے۔ یہاں محباز و معذور صلاحیت کا شناخت کار استعمال کر کے محباز و معذور صلاحیت کا داخلی منتخب کار حاصل کیا گیا۔ ایسا شناخت کار جس میں فتابو اشارہ نہ ہو، استعمال کرتے ہوئے حاصل داخلی منتخب کار میں بھی محباز و معذور فتابو اشارہ نہیں ہوگا۔

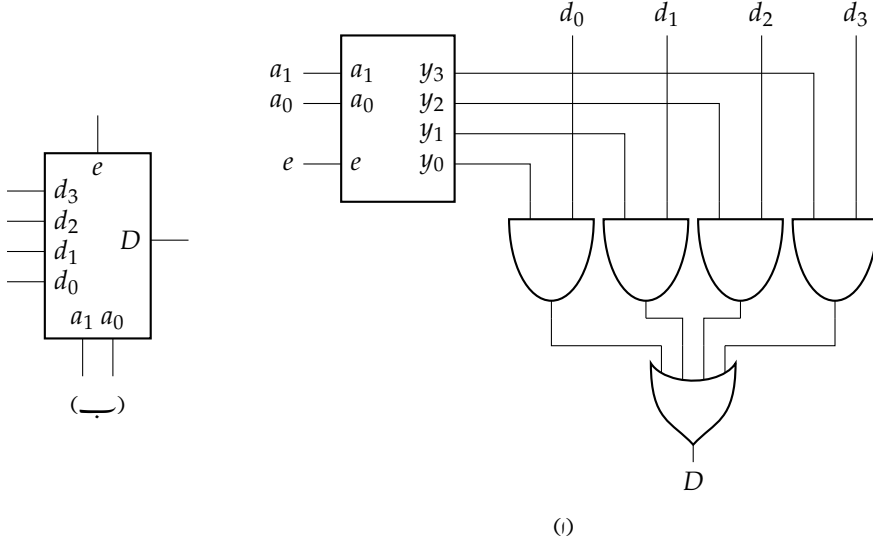
محباز کردہ شناخت کار 00 پتہ کی صورت میں  $y_0$  بلند کرے گا، جبکہ  $y_1$ ،  $y_2$  اور  $y_3$  پتہ رہیں گے۔ یوں دائیں تین ضرب گیٹ پتہ رہیں گے، جبکہ بائیں گیٹ  $d_0$  خارج کرے گا۔ یوں جمع گیٹ بھی  $d_0$  خارج کرے گا۔ فتابو اشارہ  $e$  پتہ کرنے سے داخلی شناخت کار معذور ہوگا اور 0 خارج کرے گا۔

تسلی کر لیں کہ محباز حال میں، پتہ کے دوپٹ  $a_0$  اور  $a_1$ ، چار مداحل  $d_0$  تا  $d_1$ ، میں سے ایک کو منتخب کر کے خارج کرتا ہے۔

مشق ۵.۶: انٹرنیٹ سے 74153 کے معلوماتی صفحات حاصل کریں۔ یہ مخلوط دور کیا کام سرانجام دیتا ہے؟

## ۵.۵.۳ داخلی منتخب کار سے تفاعل کا حصول

شناخت کار کے ساتھ جمع گیٹ جوڑ کر مجموعہ ارکان ضرب کے روپ میں تفاعل کا حصول آپ دیکھ چکے۔ داخلی منتخب کار میں شناخت کار اور جمع گیٹ دونوں موجود ہیں (شکل ۵.۲۴ دیکھیں)۔ یوں  $n$  پتہ بٹ کا  $2^n \times 1$  داخلی منتخب کار سے  $n$  آزاد متغیر تفاعل حاصل کیا جاسکتا ہے۔ اس عمل کو ایک مثال کی مدد سے سمجھتے ہیں۔



شکل ۵.۲۴: چارے ایک  $(4 \times 1)$  داخلی منتخب کار۔

مثال ۵.۲: درج ذیل تفاعل  $8 \times 1$  داخلی منتخب کار سے حاصل کریں۔

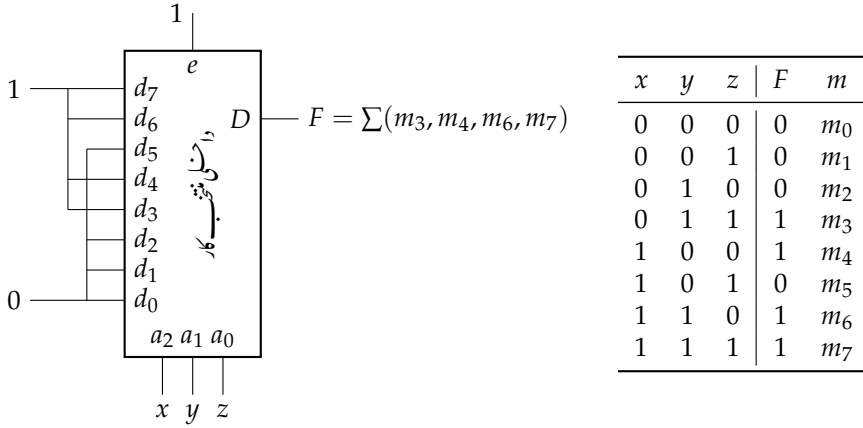
$$F(x, y, z) = \sum(m_3, m_4, m_6, m_7)$$

حل: اس تفاعل کا جدول شکل ۵.۲۵ میں پیش ہے۔ تفاعل کے تین آزاد متغیرات  $xyz$  کو  $8 \times 1$  داخلی منتخب کار کے تین پتہ بٹ تصور کر کے، داخلی منتخب کار کے آٹھ مدخل  $d_0$  تا  $d_7$  میں سے  $d_3$ ،  $d_4$ ،  $d_6$ ، اور  $d_7$  کو بلند، جبکہ باقی کو پست رکھ کر تفاعل حاصل ہوگا، جو شکل ۵.۲۵ میں پیش ہے۔ داخلی منتخب کار کو محباز ( $e = 1$ ) رکھا گیا ہے۔

یوں پتہ 000، 001، 010، اور 101 کی صورت میں داخلی منتخب کار بالترتیب  $d_0$ ،  $d_1$ ،  $d_2$ ، اور  $d_5$  پر مندرجہ مواد خارج کرے گا؛ ان تمام کو پست رکھ کر درکار تفاعل کی پست صورت حاصل ہوگی۔ اسی طرح پتہ 011، 100، 110، اور 11 کی صورت میں بالترتیب  $d_3$ ،  $d_4$ ،  $d_6$ ، اور  $d_7$  کے مواد خارج ہوں گے؛ انہیں بلند رکھ کر تفاعل کی بلند صورت حاصل ہوگی۔ کسی ایک لمحہ پر پتہ صرف ایک قیمت رکھ سکتا ہے۔ □

$n$  آزاد متغیر تفاعل،  $(n - 1)$  پتہ بٹ کے داخلی منتخب کار سے بھی حاصل کیا جاسکتا ہے۔ یہاں کوئی بھی  $(n - 1)$  متغیرات بطور داخلی منتخب کار کے پتہ استعمال ہوں گے، جبکہ ایک متغیر بطور مدخل استعمال ہوگا۔ ایک مثال کی مدد سے ایسا کرنا سیکھتے ہیں۔

مثال ۵.۳: درج بالا مثال میں دیا گیا تفاعل  $F(x, y, z) = \sum(m_3, m_4, m_6, m_7)$  دو پتہ بٹ کے  $4 \times 1$  داخلی منتخب کار سے حاصل کریں۔



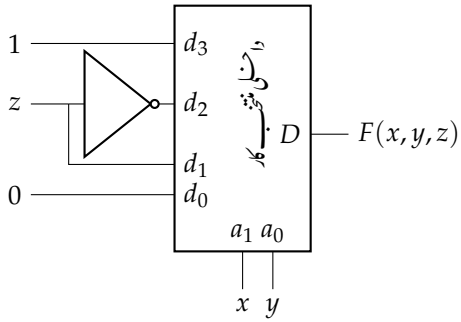
شکل ۵.۲۵: داخلی منتخب کار سے تفاعل کا حصول (برائے مثال ۵.۲)

حل: شکل ۵.۲۶ میں تفاعل کا جدول ایک نئے انداز میں لکھا گیا ہے۔ آزاد متغیرات  $xy$  کے دائیں کھڑی لکیر کھینچ گئی، اور  $xy$  کی قیمت کے مطابق جدول کے چار حصے کیے گئے۔ پہلے (بالائی) حصے میں (جہاں  $xy = 00$  ہے) تفاعل  $F$  کی قیمت بدستور 0 ہے، لہذا اس حصے کے اضافی قطار میں  $F = 0$  لکھا گیا۔ دوسرے حصے ( $xy = 01$ ) کی دونوں صفوں میں  $z$  کی قیمت اور تفاعل  $F$  کی قیمت برابر ہیں، لہذا یہاں  $F = z$  لکھا گیا۔ تیسرے حصے ( $xy = 10$ ) میں  $z$  اور  $F$  کی قیمتیں آپ میں متعم ہیں، لہذا یہاں  $F = \bar{z}$  لکھا گیا ہے۔ آخری حصے ( $xy = 11$ ) میں تفاعل بدستور بلند ہے، لہذا یہاں  $F = 1$  لکھا گیا۔

شکل ۵.۲۶ میں اس جدول سے حاصل دور دکھایا گیا ہے، جہاں (مجاز و معذور صلاحیت نہ رکھنے والا)  $4 \times 1$  داخلی منتخب کار استعمال کیا گیا۔ پتہ  $xy = 00$  کی صورت میں داخلی منتخب کار مداحل  $d_0$  کا مواد خارج کرے گا۔ یوں  $d_0$  پر 0 مہیا کر کے اس صورت میں تفاعل کی درست قیمت حاصل کی گئی۔ اسی طرح  $xy = 01$  کی صورت میں  $d_1$  کا مواد خارج کیا جائے گا، لہذا یہاں متغیر  $z$  فراہم کر کے تفاعل کی درست قیمت حاصل کی گئی۔ اسی طرح  $xy = 10$  کی صورت میں  $d_2$  کا مواد خارج کیا جائے گا، لہذا یہاں  $\bar{z}$  فراہم کر کے تفاعل کی درست قیمت حاصل کی گئی، اور آخر میں  $xy = 11$  کی صورت میں تفاعل بدستور بلند رہتا ہے، لہذا  $d_3$  پر 1 مہیا کیا گیا۔ □

## ۵.۶ متوازی شنائی ضرب کار

حسابی اعمال میں ضرب کار کردار کلیدی ہے۔ شنائی اعداد کی ضرب کا عمل بالکل اعشاری اعداد کی ضرب کی طرح ہے۔ دوپٹ شنائی اعداد  $a$  اور  $b$  کی ضرب درج ذیل ہے، جہاں ان شنائی اعداد کو  $a_1 a_0$  اور  $b_1 b_0$  لکھا گیا ہے۔



$x$	$y$	$z$	$F$
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

شکل ۵.۲۶: داخلی منتخب کارے تف عمل کا حصول (برائے مثال ۵.۳)

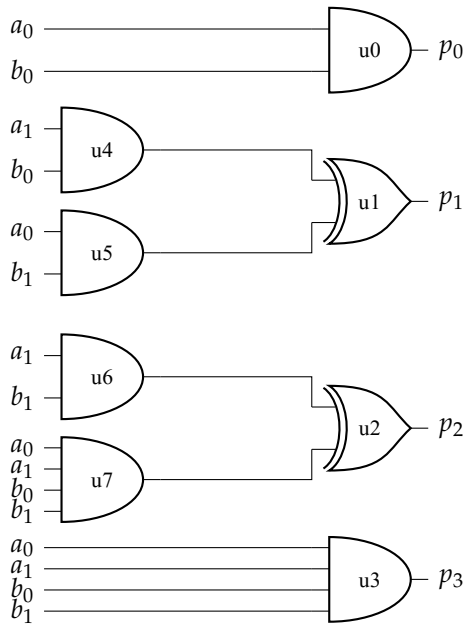
$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{cc}
 b_1 & b_0 \\
 \hline
 a_1 & a_0 \\
 \hline
 a_0 b_1 & a_0 b_0 \\
 \hline
 a_1 b_1 & a_1 b_0 \\
 \hline
 p_3 & p_2 & p_1 & p_0
 \end{array}
 \end{array}$$

یہاں درج ذیل ہوں گے، جنہیں شنائی جمع کار کی مساوات ۵.۱ کی مدد سے حاصل کیا گیا، اور جن سے شکل ۵.۲۷ میں پیش، دو بٹ متوازی شنائی ضربے کار ۲۶ حاصل ہوگا۔

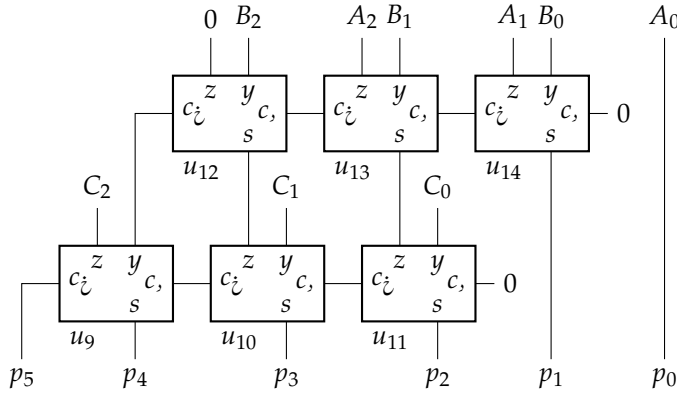
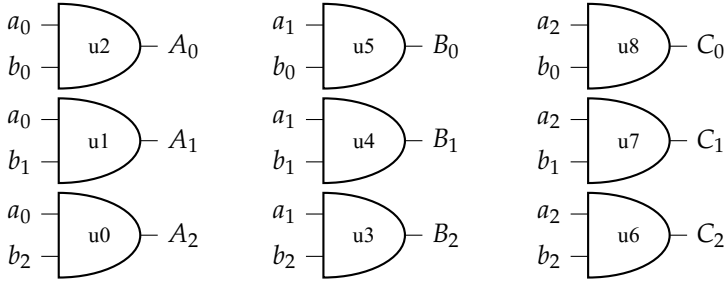
$$\begin{aligned}
 p_0 &= a_0 b_0 \\
 p_1 &= (a_1 b_0) \oplus (a_0 b_1) \\
 p_2 &= (a_1 b_1) \oplus (a_1 b_0 a_0 b_1) \\
 p_3 &= a_1 b_1 a_1 b_0 a_0 b_1 = a_1 a_0 b_1 b_0
 \end{aligned}$$

اگرچہ زیادہ بٹ ضرب کار اس طریقہ کار سے تشکیل دیے جاسکتے ہیں؛ بد قسمتی سے، اعداد کے بٹ کی تعداد بڑھانے سے ضرب کار میں درکار گیٹوں کی تعداد بہت تیزی سے بڑھتی ہے (محض آٹھ یا سولہ بٹ ضرب کار میں بھی متعلق گیٹوں کی تعداد بہت زیادہ ہوگی)، لہذا ایسا کرنا مہنگا ثابت ہوگا۔ عموماً زیادہ بٹ کے ضرب کار مکمل جمع کار کی مدد سے حاصل کیے جاتے ہیں۔ اس طریقہ کو تین بٹ شنائی اعداد کی ضرب کو مثال بنا کر سیکھتے ہیں۔

تین بٹ اعداد  $b_2 b_1 b_0$  اور  $a_2 a_1 a_0$  کی ضرب درج ذیل ہے، جس سے شکل ۵.۲۸ میں پیش تین بٹ شنائی ضرب



شکل ۵.۲: دوپشته‌شنائی متوازی ضرب کار



شکل ۵.۲۸: تین بٹ شنائی ضرب کار

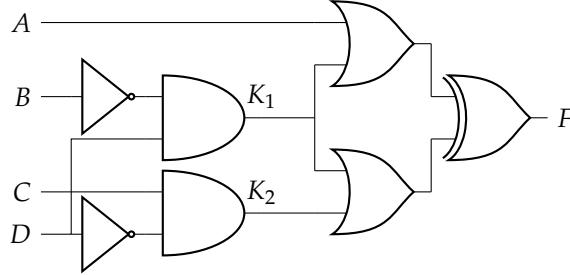
کار حاصل ہوگا۔ اس طریقہ کار سے با آسانی زیادہ بٹ کے شنائی ضرب کار بنائے جاسکتے ہیں۔

$$\begin{array}{r}
 \begin{array}{ccc}
 b_2 & b_1 & b_0 \\
 a_2 & a_1 & a_0 \\
 \hline
 a_0 b_2 & a_0 b_1 & a_0 b_0 \\
 a_1 b_2 & a_1 b_1 & a_1 b_0 \\
 a_2 b_2 & a_2 b_1 & a_2 b_0 \\
 \hline
 p_5 & p_4 & p_3 & p_2 & p_1 & p_0
 \end{array}
 \end{array}
 \quad (5.9)$$

اس شکل میں 9 ضرب گیٹ اور 6 مکمل جمع کار متعل ہیں۔ ضرب گیٹ  $u_1$  مداحصل  $a_0$  اور  $b_1$  کا منطقی ضرب  $A_1 = a_0 b_1$  دے گا، جو مکمل جمع کار  $u_{14}$  کا  $z$  مداحصل ہے۔ شکل میں  $u_1$  کے محارج سے  $u_{14}$  کے  $z$  مداحصل تک تار نظر پوش کرتے ہوئے دونوں کو ایک نام ( $A_1$ ) سے پکارا گیا ہے۔ دو نقطوں کو ایک نام سے پکارنا، دونوں کو آپس میں تار سے جوڑنے کے مترادف ہے۔

## سوالات

سوال ۵.۱: شکل میں چار مداحل دور دیا گیا ہے۔



ا. اندرونی متغیرات  $K_1$  اور  $K_2$  کی بولین مساوات حاصل کریں۔

ب. خارجی تابع متغیر  $F$  کی بولین مساوات حاصل کریں۔

ج. ایک بولین جدول بنائیں جس میں چار آزاد متغیرات  $A$ ،  $B$ ،  $C$ ، اور  $D$  کی تمام ممکنہ ترتیب درج ہو۔ اس جدول میں  $K_1$ ،  $K_2$ ، اور  $F$  کے خانے بن کر پُر کریں۔

جواب: (i)  $K_1 = \overline{B}D$ ،  $K_2 = C\overline{D}$  (ب)  $F = (A + K_1) \oplus (K_1 + K_2)$   
 $F = (A + \overline{B}D) \oplus (\overline{B}D + C\overline{D})$

سوال ۵.۲: ایسا بولین جدول بنائیں جس میں تین مداحل اور ایک مخارج ہو۔ جدول یوں پُر کریں کہ مخارج کی قیمت صرف اس صورت ایک (1) ہو جب صرف ایک مداحل کی قیمت صفر (0) ہو۔ اس جدول کی مدد سے مخارج کا ترکیبی دور تشکیل دیں۔

جواب:

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	0

$$F = \prod(0, 1, 2, 4, 7), F = \sum(3, 5, 6)$$

سوال ۵.۳: چار مداحل کا ایسا بولین جدول بنائیں جس میں مخارج صرف اس صورت بلند ہو جب داخلی شنائی عدد کی قیمت اعشاری نو (9) سے کم ہو تو عمل کا ترکیبی دور تشکیل دیں۔



جواب:  $F = \sum(0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8)$

سوال ۵.۴: تین مداحنل اور تین مخارج کا ایسا بودیلن جدول تشکیل دیں جس میں داخلہ شانی عدد کی قیمت سات (7) سے کم ہونے کی صورت میں مخارج کی قیمت مداحنل سے ایک زیادہ ہو جبکہ داخلہ قیمت سات کے برابر ہونے کی صورت میں مخارج کی قیمت صفر (000) ہو۔

جواب:

A	B	C	X	Y	Z
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	0

سوال ۵.۵: اقلیتی دور<sup>۲۷</sup> ایسے ترکیبی دور کو کہتے ہیں جس کا مداحنل اس صورت بلند ہوتا ہے جب اس کے زیادہ تر مداحنل پست ہوں۔ تین مداحنل اقلیتی دور کا جدول لکھ کر دور تشکیل دیں۔

جواب:

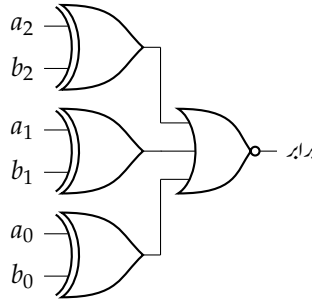
A	B	C	F
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

سوال ۵.۶: ایک ترکیبی دور تشکیل دیں جو اعشاری ہندسے کا اساس نو مخارج کرے۔ اس دور کے چار مداحنل اور چار مخارج ہوں گے۔

A	B	C	D	W	X	Y	Z
0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	0	1	1	0	0	0
0	0	1	0	0	1	1	1
0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	0	1
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0	1	0
1	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	d	d	d	d
1	0	1	1	d	d	d	d
1	1	0	0	d	d	d	d
1	1	0	1	d	d	d	d
1	1	1	0	d	d	d	d
1	1	1	1	d	d	d	d

سوال ۵.۷: تین ہٹ کے دو اعداد کا موازنہ کرنے والا ایسا ترکیبی دور تشکیل دیں جس کا مخارج اس صورت بلند ہو جب دونوں اعداد کی قیمتیں برابر ہوں۔

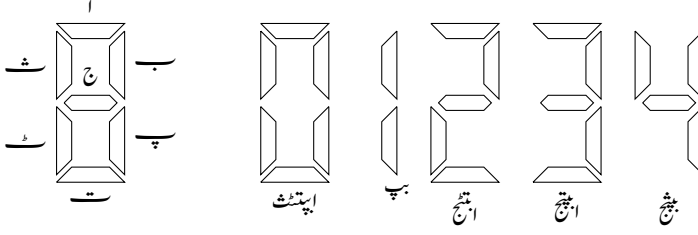
جواب:



سوال ۵.۸: چار ہٹ کے دو شنائی اعداد ضرب کرنے والا ترکیبی دور تشکیل دیں۔

سوال ۵.۹: جمع متمم گیٹ استعمال کرتے ہوئے شناخت کار تشکیل دیں۔

سوال ۵.۱۰: ایک عدد  $3 \times 8$  شناخت کار کی مدد سے درج ذیل تین تفاعلات کا دور شکل ۵.۲۰ کے طرز پر



شکل ۵.۲۹: سات کلی نمائشی تختی

تفکیلی دیں۔

$$F_0(X, Y, Z) = \sum(0, 3, 7)$$

$$F_1(X, Y, Z) = \sum(1, 2, 5)$$

$$F_2(X, Y, Z) = \sum(0, 1, 2, 3, 5, 7)$$

سوال ۵.۱۱: درج ذیل تفاعل کو  $16 \times 1$  داخلی منتخب کار کی مدد سے حاصل کریں۔

$$F(A, B, C, D) = \sum(0, 1, 4, 7, 13, 15)$$

سوال ۵.۱۲: دود داخلی منتخب کار کی مدد سے مکمل جمع کار تفکیلی دیں۔

سوال ۵.۱۳: شکل ۵.۲۹ میں (بائیں جانب) اعشاری ہندسوں کی ساتے کل نمائشی تختی <sup>۲۸</sup> دکھائی گئی ہے جو سات متابل روشن حصوں پر مبنی ہے۔ ان حصوں میں سے کسی ایک یا ایک سے زیادہ حصوں کو بیک وقت روشن کیا جا سکتا ہے۔ یوں مختلف حصے روشن کرنے سے اعشاری ہندسے لکھے جاتے ہیں۔ مثلاً حصہ ب اور پ (یعنی پ) بیک وقت روشن کرنے سے 1 لکھا جائے گا۔ اسی طرح حصہ ا، ب، پ، ت، ٹ، اور ش (یعنی اپٹنٹ) بیک وقت روشن کرنے سے 0 لکھا جائے گا۔ فرض کریں کسی حصے کو روشن کرنے کے لئے اس حصے کو بلند کیا جاتا ہے۔ ایک سے زیادہ سات کلی نمائشی تختی ساتے رکھ کر زیادہ ہندسوں کی نمائش کی جا سکتی ہے۔

چار مداحل اور سات محارج کا ترکیبی دور تفکیلی دیں جو مہیا کردہ اعشاری ہندسے کو اس تختی پر دکھائے (جدول سے شروع کریں)۔ اعشاری ہندسہ شنائی علامتی روپ میں مہیا کیا جائے گا۔ مخلوط دور 4511 یہی کام سرانجام دیتا ہے۔

جواب:

$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$	ج	ش	ٹ	ت	پ	ب	ا
0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1
0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1
0	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1
0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1
1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1
1	0	1	0	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$
1	0	1	1	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$
1	1	0	0	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$
1	1	0	1	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$
1	1	1	0	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$
1	1	1	1	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$
1	1	1	1	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$	$d$

سوال ۵.۱۴: انسٹرنیٹ سے سات کلمی نمائشی تختی کے معلوماتی صفحات حاصل کریں۔ یہ سات نوری ڈایوڈ پر مشتمل ہو گا۔ بعض ادوار میں تمام نوری ڈایوڈ کے منفی سر ایک ساتھ جوڑ کر مطلوب نوری ڈایوڈ کے مثبت سر پر 1 مہیا کر کے روشن کیا جاتا ہے اور بعض میں تمام کے مثبت سر آپس میں جوڑ کر مطلوب نوری ڈایوڈ کا منفی سر پست کر کے اسے روشن کیا جاتا ہے۔



## باب ۶

### معاصر ترتیبی منطق اور ادوار

منطق میں، عموماً، دو متضاد صورتیں سامنے آتی ہیں، مثلاً، بلند اور پست، صادق اور کاذب، صادق اور کاذب، وغیرہ؛ جنہیں عددی برقیات میں 1 اور 0 سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ یوں، اگر بلند کو 1 سے ظاہر کیا جائے، تب پست کو 0 ظاہر کرے گا، اور اگر بلند کو 0 سے ظاہر کیا جائے، تب پست کو 1 سے ظاہر کیا جائے گا۔ اگر صادق کو 1 سے ظاہر کیا جائے، تب کاذب کو 0 ظاہر کرے گا۔ اگر صادق کو 1 سے ظاہر کیا جائے، تب کاذب کو 0 ظاہر کرے گا۔ اس کتاب میں بلند یا صادق کو 1 جبکہ پست یا کاذب کو 0 سے ظاہر کیا جائے گا۔

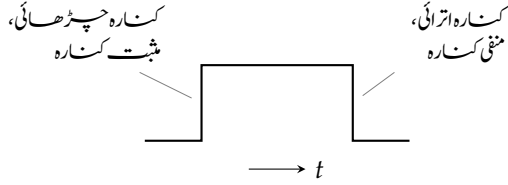
عددی برقیات میں 1 کو مثبت پانچ وولٹ (5 V) اور 0 کو صفر وولٹ (0 V) کے برقی دباؤ سے ظاہر کرنے کو مثبت منطق نظام کہتے ہیں۔ اس کتاب میں یہی نظام استعمال ہوگا۔

ہم اس کو الٹ کر کے 1 کو صفر وولٹ (0 V) اور 0 کو مثبت پانچ وولٹ (5 V) سے ظاہر کر سکتے ہیں، جو منفی منطق نظام کہلاتا ہے۔

اب تک، ہم شنائی گئیوں کا مطالعہ کرتے رہے ہیں، جن کا محارج اسی لمحہ تبدیل ہو جاتا ہے جس لمحے ان کے مداحل تبدیل ہوں۔ عددی برقیات میں ادوار کی ایک اہم قسم ایسی ہے، جو مداحل تبدیل ہونے کے باوجود، محارج کو اپنے حال میں برقرار رکھ سکتی ہے۔ اس قسم کے ادوار پلٹے کار کہلاتے ہیں، جن کے دو متضاد محارج ہوں گے۔

پلٹے کار ایک شنائی ہندسہ (ایک بٹ) ذخیرہ کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے، لہذا اس کو حافظہ<sup>۳</sup> کے طور استعمال کیا جاسکتا ہے۔ پلٹے کار استعمال کرتے ہوئے گنتے کار<sup>۵</sup>، وغیرہ تشکیل دیے جاتے ہیں۔ اس باب میں پلٹے کار اور اس پر مبنی معاصر ادوار پر غور کیا جائے گا۔ معاصر ادوار وہ ادوار ہیں جن کے تمام حصے قدم ملا کر چلتے ہیں۔

positivelogicsystem<sup>۱</sup>  
negativelogicsystem<sup>۲</sup>  
flipflop<sup>۴</sup>  
memory<sup>۳</sup>  
counter<sup>۵</sup>



شکل ۶.۱: کنارہ چڑھائی اور کنارہ اترائی

## ۶.۱ گیٹوں کے اوقات کار

شنائی ادوار کی کارکردگی پر تبصرہ کرنے سے پہلے چند تکنیکی اصطلاحات جاننا ضروری ہے۔ شکل ۶.۱ میں گیٹ کا محارج بلند ہو کر دوبارہ پست ہوتا دکھایا گیا، جہاں (وقت  $t$  کے ساتھ دائیں رخ چلتے ہوئے) پہلے کنارے کو کنارہ چڑھائی<sup>۱</sup> یا مثبت کنارہ<sup>۲</sup>، جبکہ دوسرے کو کنارہ اترائی<sup>۳</sup> یا منفی کنارہ<sup>۴</sup> کہا گیا۔ محارج کا حال یکدم تبدیل ہوتا دکھایا گیا، جو درست نہیں۔

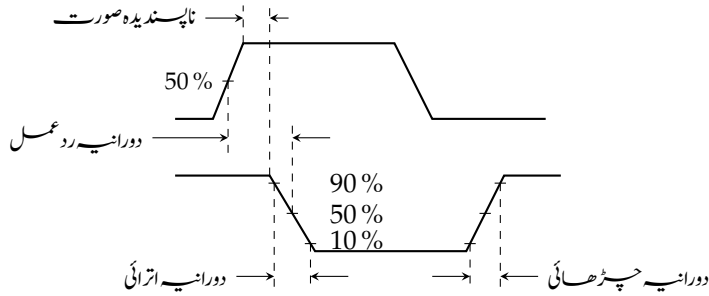
برقیاتی گیٹ نہایت نچست ہوتے ہیں، جو محارج کو پست سے بلند یا بلند سے پست بہت کم دورانیوں میں کرتے ہیں۔ یہ دورانیے کم ضرور، لیکن صفر نہیں ہوتے۔ برقی اشارہ، روشنی کی رفتار سے بھی سفر کرتے ہوئے، داخلی پنیاسے خارجی پنیے تک، متاثر ہوتا ہے۔ پست سے بلند ہونے میں پہنچنے کا۔ منفی گیٹ مشال بنا کر حقیقی دورانیوں پر غور کرتے ہیں (جو باقی گیٹوں کے لئے بھی درست ہوگا)۔ اشکال پر غور کے دوران یاد رکھیں، وقت بائیں سے دائیں رخ ہوگا، اور تمام معلومات اس حقیقت کو ذہن میں رکھتے ہوئے پیش کی جائیں گی۔

شکل ۶.۲ میں منفی گیٹ کا مداحل (بالائی ترسیم) اور محارج (نچلی ترسیم) ایک وقت دکھائے گئے ہیں، جہاں دورانیوں کو بڑھا چڑھا کر پیش کیا گیا ہے۔

بلند سے پست حال پہنچنے کے دورانیہ کو دورانیہ اترائی<sup>۵</sup> اور پست سے بلند پہنچنے کے دورانیہ کو دورانیہ چڑھائی<sup>۶</sup> کہتے ہیں۔ ان دورانیوں کی پیمائش کی وضاحت شکل میں کی گئی ہے۔ داخلی برقی اشارہ بھی کسی گیٹ سے آتا ہوگا، لہذا یہ بھی پست سے بلند یا بلند سے پست ہونے میں وقت گزارے گا۔

مداحل تبدیل ہوتے ہی محارج تبدیل نہیں ہو جاتا، بلکہ کچھ دیر یوں محسوس ہوتا ہے جیسے مداحل کا محارج پر کوئی اثر نہیں۔ مداحل کے کنارہ چڑھائی پر غور کریں۔ مداحل کے بلند ہونے کے باوجود، محارج کچھ دیر بلند رہتا ہے۔ یہ نا متابل قبول صورت حال ہے، جس پر عددی ادوار کے تفکیک کے دوران نظر رکھنی ضروری ہے۔ مداحل بلند ہونے کے کچھ وقفہ بعد محارج نیا حال اختیار کرتا ہے۔ اس وقفہ کو دورانیہ رد عمل<sup>۷</sup> کہتے ہیں۔ دورانیہ رد عمل ناپنے کی

risingedge<sup>۱</sup>  
positivegoingedge<sup>۲</sup>  
fallingedge<sup>۳</sup>  
negativegoingedge<sup>۴</sup>  
falltime<sup>۵</sup>  
risetime<sup>۶</sup>  
propagationdelay<sup>۷</sup>



شکل ۶.۲: مخفی گیٹ کے دورانیے

وضاحت شکل میں کی گئی ہے۔ برقیاتی گیٹوں کے دورانیہ اترائی، دورانیہ چٹھائی، اور دورانیہ رد عمل، عموماً، چند نینوسیکنڈ ہوں گے۔

کارخانے میں گیٹ سازی کے دوران، اجزاء میں معمولی سے معمولی منرق کی بنا (ایک قسم کے دو) گیٹوں کے دورانیے کبھی ایک جیسے نہیں ہوں گے۔ ان میں  $10^{-9}$  سیکنڈ کا نہیں تو  $10^{-12}$  سیکنڈ کا منرق ضرور ہوگا، جو عمر رسیدگی کے ساتھ اور استعمال کے حالات (درجہ حرارت، نمی، دباؤ، وغیرہ) سے تبدیل ہوں گے۔

مشق ۶.۱: انٹرینٹ سے  $74xx$  اور  $74Hxx$  سلسلہ کے دورانیوں میں منرق دریافت کریں۔

## ۶.۲ پلٹ کار

شکل ۶.۳ میں ایچ آر<sup>۱۳</sup> پلٹ کار کا دور اور جدول پیش ہیں۔ پلٹ کار کو، روایتاً، مداحخل کے نام<sup>۱۴</sup> سے پکارا جاتا ہے، جو یہاں لاطینی حروف ”ایس“<sup>۱۵</sup> اور ”آر“<sup>۱۶</sup> ہیں۔ پلٹ کار کے دو متضاد مخارج ہوں گے، جنہیں  $Q$  اور  $\bar{Q}$  سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ یوں، اگر مخارج  $Q$  کی قیمت 1 ہو، تب مخارج  $\bar{Q}$  کی قیمت 0 ہوگی، اور اگر  $Q = 0$  ہو تب  $\bar{Q} = 1$  ہوگا۔

شکل ۶.۳ میں متمم جمع گیٹ  $u_1$  کا مخارج، متمم جمع گیٹ  $u_2$  کا ایک مداحخل، اور  $u_2$  کا مخارج،  $u_1$  کا ایک مداحخل ہے۔ متمم جمع  $u_1$  کے مخارج پر نظر رکھیں؛ یہ مخارج،  $u_2$  کا ایک مداحخل ہے، لہذا اس کے مخارج پر

Set-ResetFlipFlop,(SRFF)<sup>۱۷</sup>

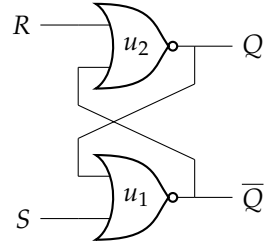
<sup>۱۳</sup> پلٹ کار کے مداحخل انگریزی الفاظ Set اور Reset کے سرحرف S اور R ہیں۔

<sup>۱۵</sup> S

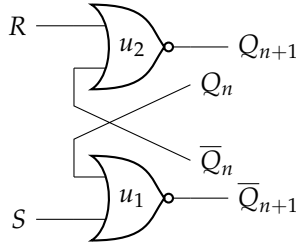
<sup>۱۶</sup> R



S	R	$Q_{n+1}$	$\bar{Q}_{n+1}$	
0	0	$Q_n$	$\bar{Q}_n$	برقرار حال
0	1	0	1	پست حال
1	0	1	0	بلند حال
1	1	?	?	ممنوعہ حال



شکل ۶.۳: بلند فعال مداحصل ایس آر پلٹ کار



شکل ۶.۴: موجودہ محارج سے اگلے محارج کا حصول۔

اثر انداز ہوگا؛ لیکن  $u_2$  کا محارج  $u_1$  کا ایک مداحصل ہے، جو  $u_1$  کے محارج پر اثر انداز ہوگا؛ یوں  $u_1$  کا محارج، خود پر اثر انداز ہوگا! اس عمل کو بازری<sup>۱۷</sup> کہتے ہیں۔

ایسا اشارہ، مثلاً  $\bar{Q}$ ، جو خود پر اثر انداز ہو بازری<sup>۱۸</sup> اشارہ کہلاتا ہے۔

یہاں  $Q$  اور  $\bar{Q}$  دونوں بطور بازری اشارات استعمال کیے گئے ہیں۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ  $Q$  کی قیمت جاننے کے لئے  $\bar{Q}$  کی قیمت معلوم ہونا ضروری ہے، لیکن  $\bar{Q}$  کی قیمت صرف اس صورت معلوم ہو سکتی ہے جب  $Q$  کی قیمت معلوم ہو! آئیں اس پلٹ کار کا جدول حاصل کریں۔

ہم پلٹ کار کے ( $n$  قدم گزرنے کے بعد) موجودہ محارج کو  $Q_n$  اور  $\bar{Q}_n$  لکھتے ہیں۔ اب (بازری) مداحصل  $Q_n$ ،  $\bar{Q}_n$  اور سادہ مداحصل  $S$ ،  $R$  کو دیکھتے ہوئے ( $n+1$  واں قدم گزرنے کے بعد) متوقع محارج حاصل کرتے ہیں، جنہیں ہم  $Q_{n+1}$  اور  $\bar{Q}_{n+1}$  لکھتے ہیں۔ اس کی تصوراتی صورت شکل ۶.۴ میں پیش ہے۔

شکل ۶.۴ میں بالائی گیٹ ( $u_2$ ) کے اگلے محارج  $Q_{n+1}$  کو موجودہ مداحصل  $R$  اور  $\bar{Q}$  کے روپ میں لکھتے ہیں۔

$$(۶.۱) \quad Q_{n+1} = R + \bar{Q}_n$$

جیسا آپ نے شکل ۶.۲ میں دیکھا، گیٹ کا محارج، دورانیہ رد عمل گزرنے کے بعد، مداحصل کے تحت حال

جدول ۶.۱: لیس آر پلٹ کار (ساوات ۶.۳ اور ساوات ۶.۴)

S	R	$Q_n$	$\overline{Q}_{n+1}$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

(ب)

S	R	$Q_n$	$Q_{n+1}$
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

(ا)

اختیار کرتا ہے۔ یوں موجودہ  $\overline{Q}_n$  اور مداحسل  $R$  جب نئی قیمت اختیار کریں، گیٹ کچھ دیر بعد نئی قیمت  $Q_{n+1}$  اختیار کرتا ہے۔

نچلی گیٹ ( $u_1$ ) کے محارج کی مساوات درج ذیل ہوگی۔ یہ گیٹ بھی مداحسل تبدیل ہونے کے کچھ دیر بعد محارج تبدیل کرے گا۔

$$(۶.۲) \quad \overline{Q}_{n+1} = \overline{S + Q_n}$$

بالائی گیٹ کی خارجی مساوات حاصل کرنے کی عنصر سے مساوات ۶.۲ کو مساوات ۶.۱ میں ڈال کر مسئلہ ڈی مارگن سے حل کرتے ہیں۔

$$(۶.۳) \quad \begin{aligned} Q_{n+1} &= \overline{R + (\overline{S + Q_n})} \\ &= \overline{\overline{R}(\overline{S + Q_n})} \\ &= \overline{\overline{R}(S + Q_n)} \end{aligned}$$

مساوات ۶.۳ میں دائیں ہاتھ کے تین متغیرات  $S$ ،  $R$ ، اور  $Q_n$  کو آزاد متغیرات تصور کر کے تابع متغیر  $Q_{n+1}$  کو جدول ۶.۱-الف میں پیش کیا گیا ہے۔ (متغیر  $R$  مساوات میں  $\overline{R}$  کے روپ میں موجود ہے۔)

اسی طرح شکل ۶.۴ میں نچلی گیٹ کی خارجی مساوات حاصل کرنے کی عنصر سے مساوات ۶.۱ کو مساوات ۶.۲ میں ڈال کر مسئلہ ڈی مارگن سے حل کرتے ہیں۔

$$(۶.۴) \quad \begin{aligned} \overline{Q}_{n+1} &= \overline{S + (\overline{R + Q_n})} \\ &= \overline{\overline{S}(R + \overline{Q_n})} \\ &= \overline{\overline{S}(R + \overline{Q_n})} \end{aligned}$$

۶.۴ مساوت میں متغیرات  $S$ ،  $R$ ، اور  $Q_n$  آزاد متغیرات تصور کر کے تابع متغیر  $\bar{Q}_{n+1}$  کو جدول ۶.۱. ب میں پیش کیا گیا ہے۔ (متغیر  $S$  اور  $Q_n$  مساوات میں بالترتیب  $\bar{S}$  اور  $Q_n$  کے روپ میں موجود ہیں۔)

جدول ۶.۱. الف اور ب کو  $S$  اور  $R$  کی قیمتوں کے لحاظ سے چار حصوں میں تقسیم کیا گیا۔ پہلے حصے میں  $S = 0$  اور  $R = 0$  ہے، جبکہ  $Q_{n+1}$  کی قیمت  $Q_n$  کے برابر ہے۔ ہم کہتے ہیں، مداحل  $S = 0$  اور  $R = 0$  کی صورت میں ایس آر پلٹ کار ”برقرار حال“ ہوگا۔ جدول-ب میں  $\bar{Q}_{n+1}$  کی قیمت، جدول-الف میں  $Q_{n+1}$  کی قیمت کی متمم ہے۔ ہم چاہتے بھی یہی ہیں (کہ پلٹ کار کے دو مخارج آپس میں متضاد ہوں)۔

دوسرے حصے میں  $S = 0$  اور  $R = 1$  ہے، جبکہ  $Q_{n+1}$  پست ہوگا۔ ہم کہتے ہیں، ان مداحل کے لئے ایس آر پلٹ کار ”پست حال“ ہوگا۔ یہاں بھی (جدول-الف اور ب کے تحت) نئے مخارج ایک دوسرے کے متضاد ہیں۔

تیسرے حصے میں  $S = 1$  اور  $R = 0$  ہے، جبکہ پلٹ کار ”بلند حال“ ہے۔

چوتھے حصے میں  $S = 1$  اور  $R = 1$  ہے، جبکہ جدول کے تحت  $Q_{n+1}$  اور  $\bar{Q}_{n+1}$  دونوں پست ہیں، جو ہم نہیں چاہتے، ہم کہتے ہیں پلٹ کار ”ممنوع حال“ (میں) ہے۔ پلٹ کار کی صحیح کارکردگی کے لئے یہ مداحل ”ممنوع“ قرار دیے جاتے ہیں۔ یوں  $S$  اور  $R$  اکٹھے بلند نہیں کیے جاتے۔

ان حقائق کو شکل ۶.۳ کے جدول میں پیش کیا گیا (جو پلٹ کار کا جدول لکھنے کا درست طریقہ ہے)، جہاں آخری صف میں ؟ لکھ کر واضح کیا جاتا ہے کہ ان صف کے مداحل استعمال نہ کیے جائیں۔

ایس آر پلٹ کار کے کارکردگی

SR	$Q_{n+1}$	
	$Q_n$	برقرار حال
00	$Q_n$	برقرار حال
01	0	پست حال
10	1	بلند حال
11	?	ممنوع حال

پلٹ کار کی بات کرتے وقت  $Q$  کی قیمت کو پلٹ کار کا حال<sup>۱۹</sup> کہتے ہیں۔ یوں  $Q = 1$  کی صورت میں پلٹ کار بلند حال<sup>۲۰</sup> یا صادق حال<sup>۲۱</sup>، جبکہ  $Q = 0$  کی صورت میں پست حال<sup>۲۲</sup> یا کاذب حال<sup>۲۳</sup> کہلائے گا۔

جدول سے ظاہر ہے کہ جب  $S$  بلند ہو، پلٹ کار بلند حال اختیار کرتا ہے۔ یوں، مداحل  $S$ ، بلند صورت میں فعال<sup>۲۴</sup> ہوگا۔ وہ مداحل جو بلند صورت میں فعال ہو، بلند فعال<sup>۲۵</sup> مداحل کہلاتا ہے۔ وہ مداحل جو پست صورت میں فعال ہو، پست فعال<sup>۲۶</sup> کہلاتا ہے۔ جب بلند فعال مداحل، پست ہو، مثلاً،  $S = 0$ ، ہم کہتے ہیں یہ غیر

state<sup>۱۹</sup>  
highstate<sup>۲۰</sup>  
truestate<sup>۲۱</sup>  
lowstate<sup>۲۲</sup>  
falsestate<sup>۲۳</sup>  
active<sup>۲۴</sup>  
activehigh<sup>۲۵</sup>  
activelow<sup>۲۶</sup>

**فعال<sup>۲۷</sup> (حال میں)** ہے۔ یوں اس پلٹ کار کا بہتر نام **بلند فعال مداخل<sup>۲۸</sup> الیہ آر پلٹے** کار ہو گا۔

پلٹ کار خود اس صورت فعال کہلاتا ہے جب  $Q = 1$  ہو۔ پست فعال مداخل اور مخارج ( $\bar{Q}$ ) کے نام پر لکیر کھینچ کر اس کی پست فعال حیثیت واضح کی جاتی ہے؛ مزید، پلٹ کار کی علامت میں پست فعال (مداخل اور مخارج) بنیوں پر گول دائرہ لگایا جاتا ہے، جو ان کا پست فعال پن ظاہر کرتا ہے (شکل ۶.۷ دیکھیں)۔

پلٹ کار کے دونوں مداخل عام طور غیر فعال رکھے جائیں گے؛ یوں موجودہ پلٹ کار کے مداخل پست رکھے جائیں گے۔ پلٹ کار بلند (صادق) حال کرنے کے لئے S اشارہ ایک لمحے کے لئے بلند (فعال) کر کے والپس پست (غیر فعال) کیا جاتا ہے۔ پہلے سے بلند حال پلٹ کار، اسی حال میں رہے گا، جبکہ پست پلٹ کار، اشارہ ملتے ہی بلند حال اختیار کرے گا۔

اسی طرح پلٹ کار کاذب (پست) حال کرنے کے لئے R اشارہ لمحاتی فعال کیا جاتا ہے۔

مداخل S کو فعال<sup>۲۸</sup> کار<sup>۲۹</sup> مداخل کہہ سکتے ہیں۔

آپ نے دیکھا، پلٹ کار درحقیقت مداخل کا (بلند یا پست) حال محفوظ کرتا ہے۔ یوں اگر مداخل اشارہ لمحاتی فعال ہونے کے بعد غیر فعال ہو جائے، پلٹ کار (اگلے نئے اشارے تک) اس کا حال محفوظ رکھتا ہے۔

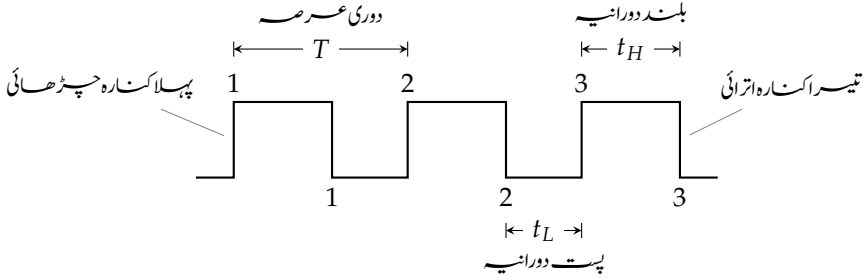
## ۶.۳. ساعت

عددی ادوار کی ایک قسم جو ہم عصر<sup>۳۰</sup> ادوار کہلاتے ہیں، عموماً، مقررہ دورانیے کا مسلسل دہرائی اشارہ درکار ہوگا، جو ساعت<sup>۳۱</sup> کہلاتا ہے۔ ساعت اشارہ شکل ۶.۵ میں پیش ہے۔ اگرچہ اس طرح کی اشکال میں دورانیہ چپڑھائی اور دورانیہ اترائی نہیں دکھائے جاتے، امید کی جاتی ہے کہ آپ ان کی موجودگی ہر وقت ذہن میں رکھیں گے۔

ہم عصر عددی دور، مہیا کردہ ساعت کے تعدد<sup>۳۲</sup> کی رفتار سے چلتا ہے، اور اس کے مختلف حصے، ساعت کے کنارہ اترائی یا کنارہ چپڑھائی پر بیک وقت حال تبدیل کرتے ہیں۔ گویا، ہم عصر دور ساعت کے ساتھ قدم ملا کر چلتا ہے۔

شکل ۶.۵ میں اوپر جانب کنارہ چپڑھائی کی گنتی، جبکہ نیچے جانب کنارہ اترائی کی گنتی دی گئی ہے۔ ساتھ ہی، دور<sup>۳۳</sup> عرصہ<sup>۳۴</sup>، بلند دورانیہ<sup>۳۵</sup> اور پست دورانیہ<sup>۳۶</sup> کی بھی وضاحت کی گئی ہے، جنہیں بالترتیب  $T$ ،  $t_H$ ، اور  $t_L$  سے ظاہر کیا جاتا ہے۔ یوں  $T = t_H + t_L$  ہو گا۔ ساعت کے بلند اور پست دورانیے برابر بھی ہو سکتے ہیں۔ ہمیشہ کی

inactive<sup>۲۷</sup>  
setinput<sup>۲۸</sup>  
resetorclearinput<sup>۲۹</sup>  
synchronous<sup>۳۰</sup>  
clock<sup>۳۱</sup>  
frequency<sup>۳۲</sup>  
timeperiod<sup>۳۳</sup>  
hightime, ONtime<sup>۳۴</sup>  
lowtime, OFFtime<sup>۳۵</sup>



شکل ۶.۵: ساعت

طرح، تعدد  $f$  اور دوری عرصہ  $T$  کا تعلق درج ذیل ہے، جہاں  $T$  کی اکائی "سیکنڈ" اور  $f$  کی اکائی ہرٹز<sup>۳۶</sup> ہے

$$f = \frac{1}{T}$$

ساعتی اشارہ مختصر اُسامعتے پر کارا احباتا ہے۔ ساعت سے مراد متواتر تبدیل ہوتا اشارہ، یا اس کا بلند، یا پست دورانیہ، یا چپڑھائی یا اترائی کنارہ ہوگا۔ متن سے اس کا مطلوب مطلب واضح ہوگا۔ جہاں عنسلط فنی کا امکان ہو، وہاں وضاحت کی جائے گی۔

ساعت کی بات کرتے ہوئے عموماً ساعت کی دھڑکن<sup>۳۷</sup> (جس کو مختصر اُدھڑکن کہتے ہیں) کا ذکر ہوگا، جہاں دھڑکن سے مراد ساعت کا بلند حصہ ہوگا۔ یہ اصطلاح کسی بھی اشارے کے لئے استعمال کی جاسکتی ہے جہاں اس سے مراد مستطیل باریک (کم دورانیہ) اشارہ ہوگا۔ بلند دھڑکن کے علاوہ پست دھڑکن اور منفی دھڑکن بھی ہو سکتے ہیں۔

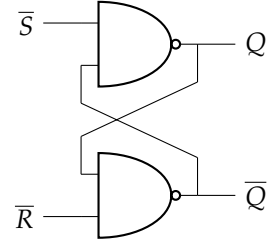
## ۶.۴ متم ضرب گیٹ ایس آر پلٹ کار

شکل ۶.۶ میں متم ضرب گیٹ پر مبنی پستے فعال مدخل ایس آر پلٹ کار<sup>۳۸</sup> دکھایا گیا ہے۔ شکل ۶.۷ میں بلند فعال مدخل اور پست فعال مدخل ایس آر پلٹ کار کی علامتیں پیش ہیں۔ پست فعال اشارات، کے نام پر لکیر ( $\bar{Q}$ ،  $\bar{S}$ ) اور ان کے پینوں پر گول دائرے ان کے پست فعال پن ظاہر کرتے ہیں۔

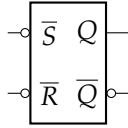
پلٹ کار کے محارج  $Q$  اور  $\bar{Q}$  آپس میں متضاد (الٹ) حال رہتے ہیں۔ انہیں اس پلٹ کار کی کارکردگی، دوسرے نقطہ نظر سے دیکھیں۔

<sup>۳۶</sup>Hertz, Hz  
<sup>۳۷</sup>pulse  
<sup>۳۸</sup>active low inputs SR flip flop

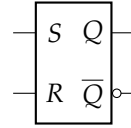
$\bar{S}$	$\bar{R}$	$Q_{n+1}$	$\bar{Q}_{n+1}$	
0	0	?	?	منوع حال
0	1	1	0	بلند حال
1	0	0	1	پست حال
1	1	$Q_n$	$\bar{Q}_n$	برقرار حال



شکل ۶.۶: پست فعال مداحصل ایس آر پلٹ کار



(ب) پست فعال مداحصل ایس آر پلٹ کار



(ا) بلند فعال مداحصل ایس آر پلٹ کار

شکل ۶.۷: ایس آر پلٹ کار کی دو علامتیں

## ۶.۴.۱ غیر فعال مداحصل پلٹ کار، حال برقرار رکھتا ہے

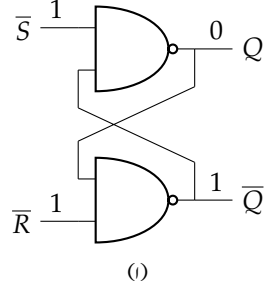
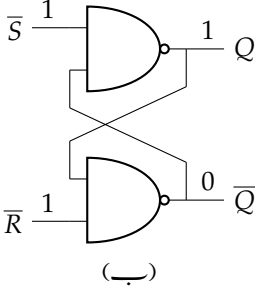
فرض کریں پہلے ایس آر پلٹ کار کے مداحصل غیر فعال ہیں، یعنی  $Q = 0$ ،  $\bar{Q} = 1$ ،  $\bar{S} = 1$  اور  $\bar{R} = 1$  ہیں (شکل ۶.۸-الف)۔ یوں، بالائی متعم ضرب گیٹ کے مداحصل 1 اور 1 ہیں، لہذا اس کا مداحصل 0 ہوگا، جو پہلے سے ہے۔ اسی طرح نیچے متعم ضرب گیٹ کے مداحصل 0 اور 1 ہیں، لہذا اس کا مداحصل 1 ہوگا، جو پہلے سے ہے۔

فرض کریں بلند پلٹ کار کے مداحصل غیر فعال ہیں، یعنی  $Q = 1$ ،  $\bar{Q} = 0$ ،  $\bar{S} = 1$  اور  $\bar{R} = 1$  ہیں (شکل ۶.۸-ب)۔ یوں بالائی متعم ضرب گیٹ کے مداحصل 1 اور 0 ہیں، لہذا اس کا مداحصل 1 ہوگا، جو پہلے سے ہے۔ اسی طرح نیچے متعم ضرب گیٹ کے مداحصل 1 اور 1 ہیں، لہذا اس کا مداحصل 0 ہوگا، جو پہلے سے ہے۔

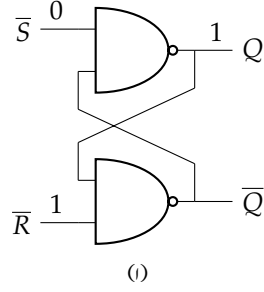
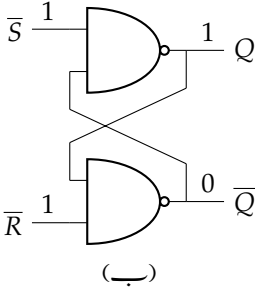
شکل ۶.۸ کی دونوں صورتوں پر غور کرنے سے معلوم ہوا کہ غیر فعال مداحصل کے صورتے میں پلٹ کار اپنا حال برقرار رکھتا ہے۔ شکل ۶.۶ میں جدول کی آخری صف اس حقیقت کو بیان کرتی ہے، جہاں (اگلا حال)  $Q_{n+1}$  موجودہ  $Q_n$  کے برابر ہوگا۔

## ۶.۴.۲ مداحصل S فعال کرنے سے پلٹ کار بلند حال اختیار کرتا ہے

تصور کریں ایس آر پلٹ کار کا مداحصل  $\bar{S}$ ، ایک لمحہ فعال کرنے کے بعد دوبارہ غیر فعال کیا جاتا ہے، یعنی لمحاتی طور  $\bar{S} = 0$  کیا جاتا ہے۔ شکل ۶.۹-الف میں وہ لمحہ پیش ہے جب  $\bar{S} = 0$  (فعال) ہے۔ بالائی متعم ضرب گیٹ کا کوئی مداحصل پست ہونے کی صورت میں اس کا مداحصل بلند ہوگا، لہذا  $\bar{S} = 0$  کی صورت میں بالائی گیٹ کا مداحصل بلند ہوگا، جیسا شکل میں دکھایا گیا ہے (پلٹ کار کے دونوں گیٹوں کی گزشتہ قیمتیں اس حقیقت پر



شکل ۶.۸: غیر فعال مداحصل کی صورت میں پلٹ کار اپنا حال برقرار رکھتی ہے۔



شکل ۶.۹: ایک لمحے کے لئے S-bar فعال کیا گیا ہے۔

اثر انداز نہیں ہوں گی۔ یوں نچلے گیٹ کے دونوں مداحصل بلند، لہذا مخارج پرست  $\bar{Q} = 0$  ہوگا۔ مداحصل واپس غیر فعال  $\bar{S} = 1$  کرنے سے شکل-ب ملتی ہے، لہذا پلٹ کار کا حال ( $Q = 1$  اور  $\bar{Q} = 0$ ) برقرار رہے گا۔ یوں مداحصل  $\bar{S}$  فعال کرنے سے ایس آر پلٹے کار بلند حال اختیار کرتا ہے۔

۶.۴.۳ مداحصل  $\bar{R}$  فعال کرنے سے پلٹ کار پرست حال اختیار کرتا ہے

درج ذیل مشق میں آپ سے یہی ثابت کرنے کی درخواست کی گئی ہے۔

مشق ۶.۲: ثابت کریں کہ  $\bar{S} = 1$  رکھتے ہوئے، لمحائی طور  $\bar{R} = 0$  کرنے سے ایس آر پلٹے کار پرست حال اختیار کرتا ہے۔

## ۶.۴.۳ حال دوڑ

ایس آر پلٹ کار کے دونوں مداحصل بیک وقت پست کرنے کی اجازت نہیں، چونکہ ایسی صورت میں پلٹ کار غیر یقینی حال اختیار کرتا ہے۔ دیکھتے ہیں، ایسا کیوں ہوگا۔

شکل ۶.۶ پر نظر رکھتے ہوئے آگے بڑھیں۔ تصور کریں پلٹ کار کے دونوں مداحصل بیک وقت پست (فعال) کرنے کے بعد دوبارہ بلند (غیر فعال) کیے جاتے ہیں۔ ایسا کرنے کے بعد ہم جاننا چاہتے ہیں پلٹ کار کس حال ہوگا۔

دونوں مداحصل بیک وقت پست کرنے سے (بالائی اور نچلے متم ضرب گیٹ کے مخارج بلند ہوں گے، لہذا) پلٹ کار کے دونوں مخارج بیک وقت بلند ہوں گے، جو ناقابل قبول صورت ہے: پلٹ کار کے مخارج Q اور  $\bar{Q}$  کا آپس میں متضاد رہنا ضروری ہے۔

دونوں مداحصل بیک وقت یکدم واپس بلند کرنے سے گیٹوں کے مخارج (یکدم حال تبدیل نہیں کرتے، صفحہ ۱۴۳ پر شکل ۶.۲ دیکھیں، بلکہ) نئے حال کی طرف روانہ ہوتے ہیں، لیکن، جب تک ان کے مخارج نئے حال اختیار نہیں کرتے، دونوں گیٹوں کے دونوں مداحصل بلند ہوں گے (مثلاً  $\bar{S}$  بلند کر دیا گیا ہے، اور فی الحال Q نئے حال تک نہیں پہنچا، لہذا اب بھی بلند ہے؛ یوں بالائی گیٹ کے دونوں مداحصل بلند ہیں)۔ دونوں گیٹ، پست حال کی طرف گامزن ہوں گے۔ گیٹوں کے دورانیوں میں مندرجہ (جو وقت اور حالات کے ساتھ تبدیل ہو سکتے ہیں) کی بنا، ایک گیٹ (جو ہم نہیں جاننے کوں ہوگا) نئے پست حال تک، دوسرے گیٹ سے پہلے پہنچ کر (دوسرے گیٹ کا مداحصل ہونے کی وجہ سے) دوسرے گیٹ کو بلند رہنے پر مجبور کرے گا۔ یوں اگرچہ پلٹ کار کے دونوں مداحصل غیر فعال کرنے سے پلٹ کار کے مخارج آپس میں تضاد ہیں، تاہم، ہم جاننے سے متاثر ہیں آیا پلٹ کار بلند یا پست حال ہوگا۔ ایس آر پلٹ کار کے دونوں مداحصل فعال کرنے کے بعد دوبارہ بیک وقت غیر فعال کرنے سے پلٹ کار کا حال، متم ضرب گیٹوں کے پست حال تک پہنچنے کے دوڑ پر منحصر ہے۔ اسی لئے اس کو محالے دوڑ کہتے ہیں۔ ہم پلٹ کار کو حالت دوڑ میں ڈالنے سے گریز کرتے ہیں۔ حالت دوڑ پر حصہ ۱۱.۱.۳ میں تفصیل سے غور کیا جائے گا۔

شکل ۶.۱۰ میں پیش جدول کی پہلے صف میں پلٹ کار بلند ( $Q = 1$ ) اور مداحصل غیر فعال ہیں۔ صف در صف نیچے چلتے ہوئے دیکھیں، مداحصل تبدیل کرنے سے پلٹ کار کیا حال اختیار کرتا ہے۔ (مداحصل کسی خاص ترتیب سے نہیں، بلکہ پلٹ کار کی کارکردگی کی ایک مثال دیکھنے کی غرض سے تبدیل کیے گئے۔)

مثبت منطقی نظام استعمال کرتے ہوئے، (1) کو 5V، جبکہ (0) کو 0V سے ظاہر کیا جائے گا۔ یوں مداحصل ایس کی فعال صورت  $\bar{S} = 0$  کو 0V، جبکہ غیر فعال صورت  $\bar{S} = 1$  کو 5V سے ظاہر کیا جائے گا۔ اسی طرح  $Q = 0$  کو 0V اور  $Q = 1$  کو 5V سے ظاہر کیا جائے گا۔ ایسا کرتے ہوئے شکل ۶.۱۰ میں پیش جدول سے اسی شکل میں پیش ترسیات حاصل ہوں گی، جہاں موازنہ کے لئے  $\bar{Q}$  بھی پیش ہے۔

## ۶.۵ زیادہ مداحصل پلٹ کار

پلٹ کار کے مداحصل دو سے زیادہ ہو سکتے ہیں، جیسا شکل ۶.۱۱ میں دکھایا گیا ہے۔ یہاں بلند کار مداحصل کی تعداد دو ہے، جنہیں  $\bar{S}_a$  اور  $\bar{S}_b$  کہا گیا ہے، جبکہ پست کار مداحصل ایک ہے۔ عام طور تینوں مداحصل بلند (غیر فعال) رکھے جائیں گے۔ پلٹ کار بلند حال کرنے کی خاطر  $\bar{S}_a$  یا  $\bar{S}_b$  یا دونوں کو ایک لمحہ کے لئے پست



حالت	$\bar{S}$	$\bar{R}$	Q
بند	1	1	1
بند رہے گا	0	1	1
برقرار	1	1	1
بند رہے گا	0	1	1
پست	1	0	0
پست رہے گا	1	0	0
برقرار	1	1	0
پست رہے گا	1	0	0
برقرار	1	1	0
برقرار	1	1	0
بند	0	1	1
برقرار	1	1	1

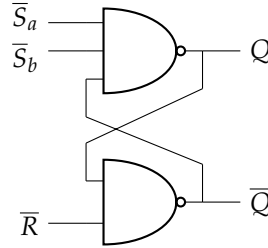
شکل ۶.۱۰: ایس آر پلٹ کار کے استعمال کا جدول اور تریسیات۔

(فعال) کیا جائے گا، جبکہ پلٹ کار پست حال کرنے کی خاطر  $\bar{R}$  ایک لمحہ کے لئے فعال کیا جائے گا۔ حال دوڑ سے بچنے کے لئے ضروری ہے کہ  $\bar{R}$  کے ساتھ باقی دو مداحل میں سے کوئی ایک (یادوںوں) اکٹھے فعال نہ کیا جائے۔

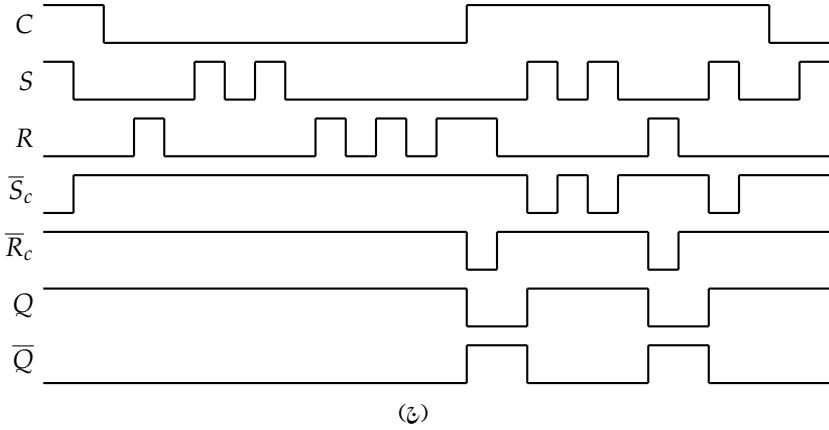
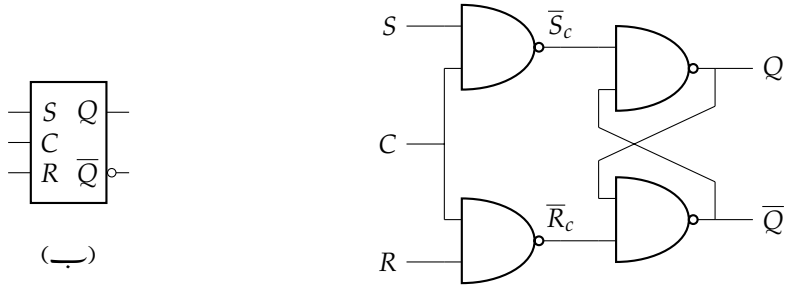
## ۶.۶ قابل محبازو معذور پلٹ کار

شکل ۶.۱۰ کی تریسیات سے واضح ہے، مداحل تبدیل کرتے ہی پلٹ کار نیا حال اختیار کرتا ہے۔ اس حصہ میں ایسی پلٹ کار پر غور کیا جائے گا جس کے مداحل کو پلٹ کار کے حال پر اثر انداز ہونے سے روکا جاسکتا ہو۔ شکل ۶.۱۲ الف پر غور کریں جہاں دو متم ضرب گیٹ کے اضافہ سے قابل واپس پلٹ کار حاصل کیا گیا، جس کے (بند فعال)

$\bar{S}_a$	$\bar{S}_b$	$\bar{R}$	$Q_{n+1}$	$\bar{Q}_{n+1}$
0	0	0	?	?
0	0	1	1	0
0	1	0	?	?
0	1	1	1	0
1	0	0	?	?
1	0	1	1	0
1	1	0	0	1
1	1	1	$Q_n$	$\bar{Q}_n$



شکل ۶.۱۱: زیادہ مداحل ایس آر پلٹ کار



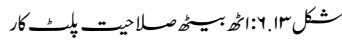
شکل ۶.۱۲: مجاز و معذور بلند فعال مداحصل ایس آر پلٹ کار

مداحصل S اور R ہیں، جنہیں عام طور غیر فعال (پست) رکھا جاتا ہے۔ پلٹ کار کی علامت شکل-ب بھی پیش ہے۔

اضافی گیٹ کے مختار ج کو  $\bar{S}_C$  اور  $\bar{R}_C$  کہا گیا، جبکہ گیٹوں کو فتابوکار اشارہ C مضراہم کیا گیا۔ مجاز و معذور بنانے والافتابوکار اشارہ C پست (معذور) کرنے سے S اور R مداحصل معذور ہوتے ہیں،  $\bar{S}_C$  اور  $\bar{R}_C$  بلند رہتے ہیں، اور پلٹ کار اپنا حال برقرار رکھتی ہے۔ فتابوکار اشارہ بلند (مجاز) کرنے سے پلٹ کار کے مداحصل S اور R مجاز ہو کر پلٹ کار کے حال پر اثر انداز ہوتے ہیں۔

شکل-ج میں مجاز و معذور فتابوکار اشارہ C کی کارکردگی واضح کی گئی۔ جب تک یہ اشارہ پست (معذور) رہے،  $\bar{S}_C$  اور  $\bar{R}_C$  بلند ہیں۔ اشارہ C بلند کرنے کے بعد S اور R پلٹ کار کا حال تبدیل کرنے کے قابل ہیں۔ یہ پلٹ کار مجاز و معذور بلند فعال مداحصل ایس آر پلٹے کار کہلاتا ہے۔

بعض اوقات، پلٹ کار کے عمومی مداحصل استعمال کیے بغیر، ہم پلٹے کار کا حال خود تعین کرنا چاہتے ہیں۔ عموماً، پلٹ کار کا ابتدائی حال منتخب کرنے کے لئے ایسا کرنا درکار ہوگا۔ شکل ۶.۱۳ میں دو مزید مداحصل،  $\bar{A}$  اور  $\bar{B}$ ،



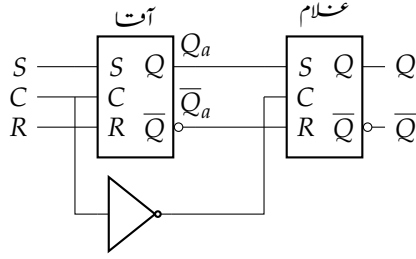
## ۶.۷ آفتاعلام پلٹ کار

آپ دیکھ سکتے ہیں، غلام پلٹ کار صرف اور صرف ساعت (C) کے کنوارہ اترائی پر حال تبدیل کرتا ہے، جس کی وجہ سے یہ کنوارہ اترائی پر **علی کار آقا غلام پلٹے کار**<sup>۳۲</sup> کہلاتا ہے۔ ساعت کے کنوارہ اترائی پر تیسرے کا نشان اس حقیقت کو ظاہر کرتا ہے۔ ساعت کا کنوارہ (اترائی)، پلٹ کار کی **لبلیج**<sup>۳۳</sup> ہے، جسے پست کرنے سے، پلٹ کار داخلی اشارے کا عکس لیتا ہے۔

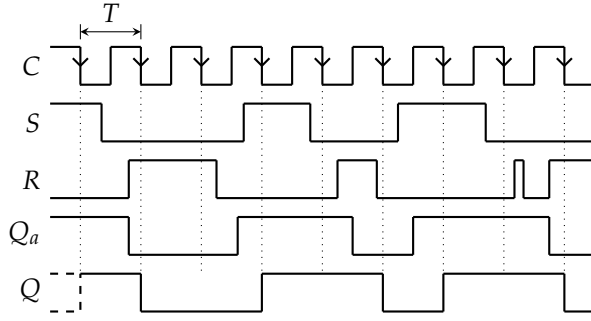
```

        masterslaveflipflopr.
        clockr
negatedgettriggeredMasterSlaveflipflopr
        triggerr

```



(۱)



(ب)

شکل ۶.۱۳: ساعت کے کنارہ اتراؤنی پر عمل کار آفت اعلاام پلٹ کار

جدول ۶.۲: کنارہ اترائی پر عمل کار آفت غلام پلٹ کار

C	S	R	$Q_{n+1}$	$\overline{Q}_{n+1}$
0	x	x	$Q_n$	$\overline{Q}_n$
1	x	x	$Q_n$	$\overline{Q}_n$
↓	0	0	$Q_n$	$\overline{Q}_n$
↓	0	1	0	1
↓	1	0	1	0
↓	1	1	?	?

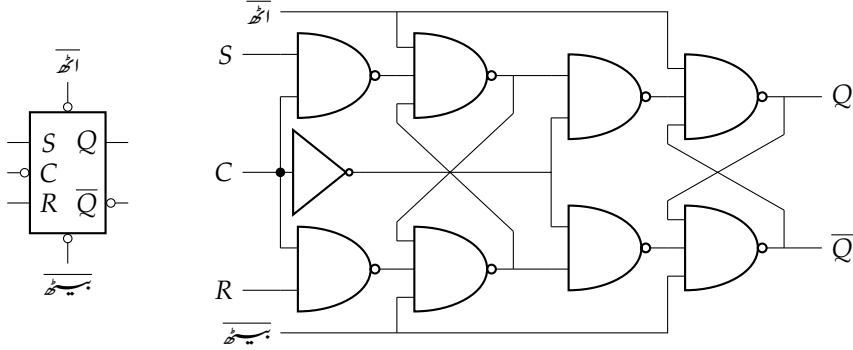
پلٹ کار کو پہلی مرتبہ برقی طاقت مندرام کرنے سے، حال دوڑ پیدا ہوگی جس کے اختتام پر پلٹ کار بلند یا پست ہوگا۔ شکل میں پہلے کنارہ اترائی سے قبل Q مبہم دکھایا گیا ہے (سایہ دار حصہ)، جو اس حقیقت کو ظاہر کرتا ہے۔ ساعت کے اول کنارہ اترائی پر فعال S کے تحت آفت غلام پلٹ کار یقینی طور پر بلند حال اختیار کرتا ہے۔ (شکل ۶.۱۳ میں اٹھ بیٹھتے اشارات اس طرح مبہم صورت سے نمٹنے کے لئے ہیں۔)

شکل ۶.۱۴ میں ساعت کے آٹھویں کنارہ اترائی کے بعد پست ساعت کے دوران R بلند ہو کر واپس پست ہوتا ہے، جو آفت غلام پلٹ کار کو پست کرنے میں ہرگز کامیاب نہیں ہوگا۔ پلٹ کار کو بلند یا پست کرنے کے لئے، ضروری ہے کہ داخلی اشارات S اور R کسی مخصوص دورانیے سے زیادہ وقت کے لئے فعال ہوں۔ داخلی اشارہ اس صورت کو رد ادا کرتا ہے، جب بلند ساعت اس کا عکس محفوظ کر لے۔ ساعت کے پست دورانیہ  $t_L$  (شکل ۶.۱۵) سے زیادہ دیر فعال رہنے والا مداحخل اشارہ، ساعت کے کنارہ اترائی کے فوراً بعد فعال ہونے کی صورت میں بھی ساعت کی آگلی بلندی تک فعال رہے گا، لہذا آفت غلام پلٹ کار اس پر ضرور عمل کرے گا۔ البتہ، ایسی صورت میں عین ممکن ہے، کنارہ اترائی پر کوئی مداحخل فعال نہ ہو (شکل ۶.۱۴ میں چھٹا کنارہ اترائی دیکھیں)، لہذا، عین کنارہ اترائی کے لمحہ موجود مداحخل کا حال محفوظ کرنے کے لئے ضروری ہے کہ مداحخل کم از کم ایک دوری عرصہ (T) دورانیے کے لئے فعال رہے (تسلی کر لیں، اگر یقین نہیں)۔ حصہ ۶.۹ میں ایسی پلٹ کار پیش کیا جائے گا، جس کے مداحخل پر کم از کم ایک دوری عرصہ فعال رہنے کی شرط مسلط نہیں۔

جدول ۶.۲ میں کنارہ اترائی پر عمل کار آفت غلام پلٹ کار پیش ہے، جہاں ساعت کے کنارہ اترائی پر پلٹ کار (نیا) حال اختیار کرتا ہے۔ بلند اور پست ساعت کے دوران، پلٹ کار حال برقرار رکھتا ہے۔

بعض اوقات، پلٹ کار کا حال، کنارہ ساعت کا انتظار کیے بغیر، تبدیل کرنا درکار ہوگا۔ شکل ۶.۱۵ میں (درکار مقامات پر تین مداحخل متمم ضرب گیٹ استعمال کرتے ہوئے) آفت غلام پلٹ کار میں پست فعال مداحخل اٹھ اور بیٹھ کا اضافہ کر کے ایسی پلٹ کار تشکیل دیا گیا ہے۔ (برقی تاروں کی تعداد بہت بڑھ گئی ہے۔ بہتر ہوگا صفحہ ۳۳ پر شکل ۱۳.۱ ایک مرتبہ دوبارہ دیکھیں)۔ عام طوراً انہیں غیر فعال رکھا جائے گا، البتہ، جب ضرورت پیش آئے، انہیں استعمال کرتے ہوئے، ساعت کے کنارہ اترائی کا انتظار کیے بغیر، پلٹ کار کا حال مرضی کے مطابق منتخب کیا جاسکے گا۔

شکل میں منفی کنارے پر عمل کرنے، اور اٹھ بیٹھ صلاحیت کے، آقا غلام پلٹ کار کی علامت بھی پیش ہے، جہاں



شکل ۶.۱۵: ڈی پلٹ کار سے حاصل کردہ ڈی پلٹ کار

ساعت (C) پر گول دائرہ منحنی، اور ٹکون کنارے کو ظاہر کرتا ہے۔ یوں اس سے مسرہ ”ساعت کے منحنی کنارے پر عمل پیرا ہونا“ کیا جائے گا۔

## ۶.۸ ڈی پلٹ کار

### ۶.۸.۱ آفت اعلام پلٹ کار سے حاصل کردہ ڈی پلٹ کار

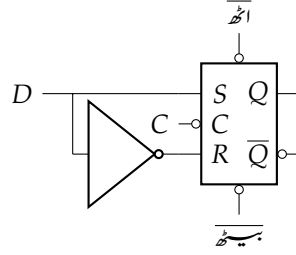
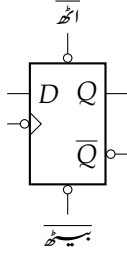
آفت اعلام پلٹ کار کے ساتھ منحنی گیسٹ منسلک کر کے ڈی پلٹ کار<sup>۳۳</sup> حاصل کیا جاتا ہے، جو شکل ۶.۱۶ میں پیش ہے۔ پلٹ کار کی علامت میں C واضح طور نہیں لکھا گیا، چونکہ علامت پر داخلی جانب گول دائرہ اور ٹکون ساعت کے منحنی کنارے کو ظاہر کرتے ہیں (مثبت کنارہ، صرف ٹکون سے ظاہر کیا جاتا ہے)۔ مداحل D پر کم از کم دوری عرصہ (T) بلند یا پست رہنے کی شرط ملط ہے۔

پلٹ کار کی کارکردگی کا جدول بھی شکل ۶.۱۶ میں پیش ہے، جس کے تحت، بلند یا پست ساعت کے دوران، مداحل D، پلٹ کار کے حال پر اثر انداز نہیں ہوگا۔ پلٹ کار (صرف) ساعت کے کنارہ اترائی پر D دیکھ کر (نیا) حال اختیار کرتا ہے۔ یوں اس کا نام کنارہ اترائی پر عمل کار ڈی پلٹ کار<sup>۳۵</sup> ہوگا۔ ساعت کو منحنی گیسٹ سے گزار کر کنارہ چڑھائی پر عمل کار ڈی پلٹ کار<sup>۳۶</sup> حاصل ہوگا۔

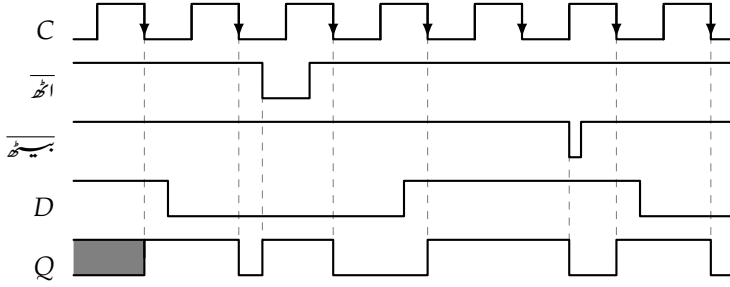
شکل ۶.۱۷ میں ڈی پلٹ کار کی کارکردگی کی مشال پیش ہے۔ آفت اعلام پلٹ کار کے R مداحل سے چھٹکارا حاصل کرنے کی بدولت، ڈی پلٹ کار کسی صورت ”حال دوڑ“ سے دوچار نہیں ہوگا۔ ساعت کے اول کنارہ اترائی سے قبل، پلٹ کار کا حال مبہم ہے، جس کو سیاہ کر کے (بلند و پست دونوں) دکھایا گیا ہے۔

<sup>۳۳</sup> DFF<sup>neg</sup>  
negative edge triggered, D flip flop<sup>۳۵</sup>  
positive edge triggered, D flip flop<sup>۳۶</sup>

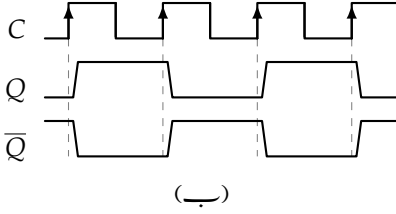
C	D	$Q_{n+1}$
0	x	$Q_n$
1	x	$Q_n$
↓	0	0
↓	1	1



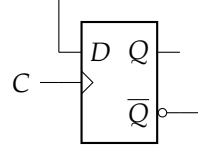
شکل ۶.۱۶: آؤت علام سے حاصل ڈی پلٹ کار



شکل ۶.۱۷: کنارہ اترائی پر عمل کارڈی پلٹ کار کی کارکردگی کی مثال



(ب)



(ا)

شکل ۶.۱۸: تعدد دو سے تقسیم کیا گیا

شکل ۶.۱۸ میں کنارہ چڑھائی پر عمل کارڈی پلٹ کار کا  $\bar{Q}$  مداحخل  $D$  سے جوڑ کر، پلٹ کار کو ساعت  $(C)$  منراہم کی گئی۔ شکل-ب میں ساعت کے اول کنارہ چپڑھائی پر توحب دیں۔ یہاں  $\bar{Q} = 1$  ہے، لہذا  $D$  بلند ہوگا اور ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر پلٹ کار اس کا عکس محفوظ کرتے ہوئے بلند حال اختیار کرتی ہے۔ پلٹ کار کا مخارج  $\bar{Q}$  کچھ دیر بعد نیا حال  $\bar{Q} = 0$  اختیار کرے گا، لیکن اس وقت تک ساعت کا کنارہ گزر چکا ہوگا۔ ساعت کے اگلے کنارہ چپڑھائی پر  $\bar{Q} = 0$  دیکھ کر پلٹ کار پست ہوگا۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ  $Q$  (یا  $\bar{Q}$ ) کا تعدد ساعت کے تعدد کا نصف ہے۔

کنارہ اترائی پر عمل کار پلٹ کار کے استعمال میں اس بات کو یقینی بنانا ضروری ہے کہ مداحخل، ساعت کے کنارہ اترائی کے دوران، تبدیل نہ ہو۔ حقیقتاً، کنارہ اترائی کے آغاز سے چند لمحات قبل سے لے کر، کنارہ گزرنے کے چند لمحات بعد تک، مداحخل  $D$  کا برقرار ایک حال میں رہنا ضروری ہے۔ ان لمحات کو بالستریب دورانیہ تیاری<sup>۷</sup> اور دورانیہ ٹھیراؤ<sup>۸</sup> کہتے ہیں۔ دورانیہ تیاری اور دورانیہ ٹھیراؤ کی معلومات پلٹ کار کے تحقیق کار مہیا کرتے ہیں۔ کنارہ چپڑھائی پر عمل کار پلٹ کار کی صورت میں مداحخل کو دوران چپڑھائی تبدیل نہیں ہونے دیا جاتا۔

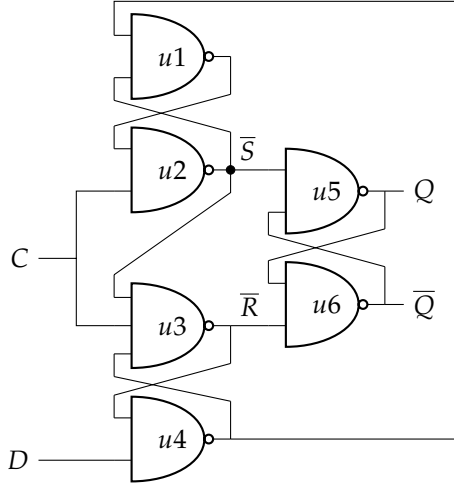
## ۶.۹ ڈی پلٹ کار

گزشتہ حصہ میں آفت اعلام پلٹ کار سے ڈی پلٹ کار حاصل کیا گیا، جس کے مداحخل پر، کم از کم ایک دوری عرصہ دورانیہ کے لئے حال برقرار رکھنے کی شرط مسلط ہے۔ شکل ۶.۱۹ میں نسبتاً بہتر، (کنارہ چپڑھائی پر عمل کار) ڈی پلٹ کار پیش ہے، جو واقعہً، ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر (نیا) حال اختیار کرتا ہے، اور جو وسیع پیمانہ مخلوط ادوار<sup>۹</sup> میں باکشرت مستعمل ہے۔

اس پلٹ کار کی بناوٹ میں تین ایس آر پلٹ کار مستعمل ہیں۔ گیٹ  $u1$ ،  $u2$  ایک ایس آر، گیٹ  $u3$ ،  $u4$  دوسرا، اور گیٹ  $u5$ ،  $u6$  تیسرا ایس آر پلٹ کار تشکیل دیتے ہیں۔ تیسرا ایس آر پلٹ کار خارجی ہے جو  $\bar{S}$  اور  $\bar{R}$  کے مطابق مخارج  $Q$  اور  $\bar{Q}$  منراہم کرتا ہے۔ برقرار حال کے لئے  $\bar{S} = 1$  اور  $\bar{R} = 1$  درکار ہے،  $\bar{S} = 0$  اور  $\bar{R} = 1$  بلند حال، جبکہ  $\bar{S} = 1$  اور  $\bar{R} = 0$  پست حال دے گا، اور  $\bar{S} = 0$  اور  $\bar{R} = 0$  ممنوع ہے۔ مداحخل  $\bar{S}$  اور  $\bar{R}$  باقی دو ایس آر پلٹ کار پر منحصر ہیں، جنہیں بیرونی اشارات  $D$  (مواد) اور  $C$  (ساعت)

<sup>۷</sup>setup time  
<sup>۸</sup>hold time  
<sup>۹</sup>very large scale integration (VLSI)



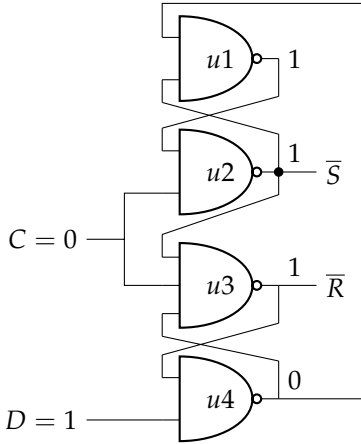


شکل ۶.۱۹: کنسارہ چپڑھائی پر عمل کارڈی پلٹ کار

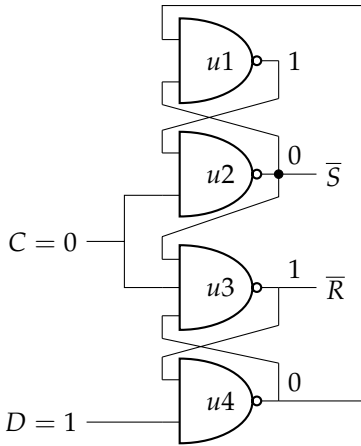
تعیین کرتے ہے۔

شکل ۶.۲۰ میں دور کی کارکردگی کی وضاحت کی گئی ہے، جہاں صرف گیٹ  $u1$  تا  $u4$  کو دکھاتے ہوئے تمام (چپار) ممکنہ صورتیں پیش کی گئی ہیں۔ گیٹ  $u2$  اور  $u3$  کے محارج  $\bar{S}$  اور  $\bar{R}$  شکل ۶.۱۹ کے گیٹ  $u5$  اور  $u6$  کے ساتھ جپڑے ہیں، جو ڈی پلٹ کار کے محارج  $Q$  اور  $\bar{Q}$  مہیا کرتے ہیں۔ شکل ۶.۲۰ الف اور ب میں پست ساعت  $(C = 0)$  کی صورت میں  $D = 0$  اور  $D = 1$  کے لئے گیٹوں کے شنائی محارج پیش ہیں۔ دونوں اشکال میں  $C = 0$  کی بدولت  $u2$  اور  $u3$  کے محارج،  $D$  کی قیمت سے قطع نظر، بلند ہوں گے، لہذا  $\bar{S} = 1$  اور  $\bar{R} = 1$  ہوگا، جس کے تحت  $u5$ ،  $u6$  (پر مبنی تیسرا) پلٹ کار برقرار حال ہوگا۔ جب  $D = 0$  ہو،  $u4$  کا محارج 1 ہوگا، جو  $u2$  کے بلند محارج کے ساتھ مل کر  $u1$  کا محارج 0 کرے گا۔ جب  $D = 1$  ہو، (چونکہ  $u3$  بلند ہے لہذا)  $u4$  پست (0) ہوگا، جس کی بنا پر  $u1$  بلند (1) ہوگا۔ ساعت 0 کی صورت میں، جو  $D$  سے قطع نظر ڈی پلٹ کار برقرار حال رکھتا ہے، یہی دو ممکنات پائے جاتے ہیں۔

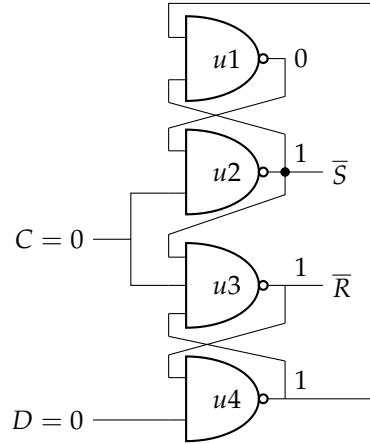
کنسارہ چپڑھائی سے قبل ایک غیر مبہم وقت کے لئے، جو دورانیہ تیاری کہلاتا ہے، مداحل  $D$  کی قیمت لازماً مستقل رکھنی ہوگی۔ دورانیہ تیاری گیٹ  $u1$  اور  $u4$  کے دورانیہ رد عمل کا مجموعہ ہے، چونکہ  $D$  میں تبدیلی ان گیٹوں کے محارج پر اثر انداز ہوتی ہے۔ اب فرض کریں دورانیہ تیاری میں  $D$  تبدیل نہیں ہوتا، جبکہ ساعت (پست حال سے) بلند (1) ہوتا ہے۔ یہ صورت شکل ۶.۲۰ ج اور د میں پیش ہے۔ اگر  $C = 1$  ہونے کے لئے  $D = 0$  ہو، تب  $\bar{S} = 1$  رہتا ہے، جبکہ  $\bar{R}$  تبدیل ہو کر 0 ہو جائے گا (شکل ج۔ یوں (شکل ۶.۱۹ میں) ڈی پلٹ کار کا محارج  $Q$  پست (0) حال اختیار کرے گا۔ اب اگر  $C = 1$  (یعنی بلند حال) کے دوران،  $D$  کی قیمت تبدیل ہو، ( $\bar{R}$  کی بدولت جو 0 ہے)  $u4$  بلند (1) رہے گا۔ گیٹ  $u4$  صرف اس وقت حال تبدیل کر سکتا ہے جب ساعت دوبارہ پست (0) ہو، لیکن اس وقت  $\bar{S}$  اور  $\bar{R}$  دونوں 1 ہوں گے، اور ڈی پلٹ کار برقرار حال ہوگا۔ البتہ، ساعت کے کنسارہ چپڑھائی کے بعد ایک غیر مبہم دورانیہ کے لئے، جو دورانیہ ٹھیراؤ کہلاتا ہے،  $D$



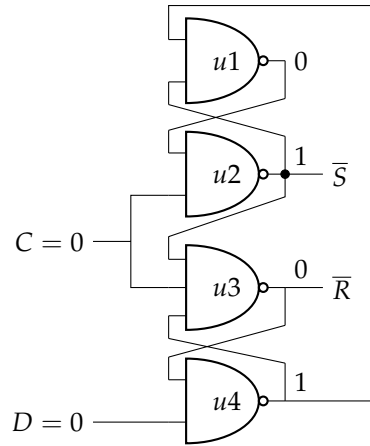
(ب) پلٹ مواد، پلٹ ساعت



(د) پلٹ مواد، پلٹ ساعت



(i) پلٹ مواد، پلٹ ساعت



(ج) پلٹ مواد، پلٹ ساعت

شکل ۶.۲۰: کنسارہ چپڑھائی پر عمل کارڈی پلٹ کار کی کارکردگی۔

کی قیمت تبدیل نہیں ہونی چاہیے۔ دورانیہ ٹھیسراؤ گیٹ  $u3$  کے دورانیہ رد عمل کے برابر ہے، چونکہ  $D$  کی قیمت سے قطع نظر،  $u4$  کا معارج 1 پر رکھنے کے لئے  $\bar{R}$  کا 0 ہونا لازمی ہے۔

اگر  $C = 1$  ہونے کے لئے  $D = 1$  ہو، تب  $\bar{S}$  تبدیل ہو کر 0 ہوگا، جبکہ  $R$  کی قیمت 1 رہے گی (شکل-د)، جس کی بنا پر (شکل ۶.۱۹ میں) ڈی پلٹ کار کا معارج  $Q$  بلند (1) ہوگا۔ بلند ساعت ( $C = 1$ ) کے دوران،  $D$  کی تبدیلی  $\bar{S}$  اور  $\bar{R}$  پر اثر انداز نہیں ہوگی، چونکہ  $\bar{S}$  پست (0) ہے جو  $u1$  کو 1 رکھے گا۔ جب  $C$  واپس 0 ہو،  $\bar{S}$  اور  $\bar{R}$  دونوں 1 حال اختیار کر کے  $Q$  برقرار رکھیں گے۔

خلاصہ کچھ یوں ہے۔ ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر  $D$  کی قیمت  $Q$  کو متاثر ہوتی ہے۔ بلند ساعت کے دوران  $D$  میں تبدیلیاں  $Q$  پر اثر انداز نہیں ہوتیں۔ مزید، ساعت کا کنارہ اترائی اور پست ساعت،  $Q$  پر اثر انداز نہیں ہوتے۔

اشارہ  $D = 0$  گیٹ  $u4$  اور  $u1$  سے گزر کر  $u1$  کو پست کرتا ہے، جو  $u2$  کو بلند کیے رکھتا ہے۔ یوں ساعت کے کنارہ چپڑھائی سے ( $u4$  اور  $u1$  کے مجموعی دورانیہ رد عمل کے برابر وقفہ) دورانیہ تیاری کے برابر وقت قبل، ضروری ہے کہ  $D$  کی قیمت مستقل صورت اختیار کر لے۔ اسی طرح  $\bar{R} = 0$  جو ( $D$  کی قیمت سے قطع نظر)  $u4$  کو بلند کیے رکھتا ہے، کے لئے ضروری ہے کہ  $D$  کی قیمت کنارہ چپڑھائی کے بعد دورانیہ ٹھیسراؤ ( $u3$  جو  $u3$  کے دورانیہ رد عمل کے برابر ہے) کے لئے تبدیل نہ ہو۔

آفت اعلام پلٹ کار کی طرح، کنارہ پر عمل کار پلٹ کار، ترتیبی ادوار میں باز سی کے مسائل سے چھٹکارا دیتا ہے۔ اس قسم کا ڈی پلٹ کار استعمال کرتے وقت دورانیہ تیاری اور دورانیہ ٹھیسراؤ پر توجہ دینی ہوگی۔

ترتیبی ادوار میں مختلف پلٹ کار استعمال کرتے وقت، اس بات کو یقینی بنائیں کہ تمام پلٹ کار بیک وقت (یعنی تمام پلٹ کار ساعت کے کنارہ اترائی پر یا تمام پلٹ کار کنارہ چپڑھائی پر) حال تبدیل کرتے ہوں۔ وہ پلٹ کار جو منتخب کنارہ کے مختلف کنارے پر حال تبدیل کرتے ہوں، کی ساعت نفی گیٹ سے گزار کر، منتخب کنارے کے ہم عصر بنایا جاسکتا ہے۔

مشق ۶.۳: انٹرنیٹ سے ڈی پلٹ کار کے معلوماتی صفحات اتاریں۔ (۱) اس مخلوط دور میں کتنے ڈی پلٹ کار ہیں؟ (ب) یہ پلٹ کار ساعت کے کس کنارے پر عمل کار ہے؟

## ۶.۱۰ جے کے پلٹ کار

ڈی پلٹ کار استعمال کر کے مختلف اقسام کے پلٹ کار تفصیل دیے جاسکتے ہیں، جن میں جے کے پلٹے کار<sup>۵۰</sup> اور ٹی پلٹے کار<sup>۵۱</sup> بہت مقبول ہیں۔ ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر عمل کار جے کے پلٹے کار کی بناوٹ شکل ۶.۲۱

JKFF<sup>۵۰</sup>  
TFF<sup>۵۱</sup>

میں، اور کارکردگی جدول ۶.۳-ب میں پیش ہے۔ کنارہ اترائی پر عمل کار جے کے پلٹ کار بھی پایا جاتا ہے۔

شکل میں مداحل  $D$  ذیل ہوگا، جہاں پلٹ کار کے موجودہ محارج  $Q_n$  اور  $\bar{Q}_n$  لکھے گئے ہیں۔

$$(۶.۶) \quad D = J\bar{Q}_n + \bar{K}Q_n$$

ساعت کے اگلے کنارہ چپڑھائی پر ڈی پلٹ کار اس مداحل کے تحت حال اختیار کرتا ہے، لہذا جے کے پلٹ کار کی کارکردگی کی مساوات درج ذیل ہوگی، جہاں موجودہ محارج  $Q_n$  اور اگلا  $Q_{n+1}$  ہے۔

$$(۶.۷) \quad Q_{n+1} = J\bar{Q}_n + \bar{K}Q_n$$

مساوات ۶.۶ کو جدول ۶.۳-الف میں پیش کیا گیا ہے۔ جدول کی پہلی صف میں پلٹ کار کا موجودہ حال  $Q_n = 0$ ، اور مداحل  $J = 0$  اور  $K = 0$  ہیں، لہذا مساوات ۶.۶ کے تحت  $D = 0$  ہوگا۔ یوں ساعت کے اگلے کنارہ چپڑھائی پر پلٹ کار پست حال اختیار کرتے ہوئے موجودہ حال برقرار رکھتا ہے۔ جدول کی دوسری صف میں موجودہ حال  $Q_n = 1$  جبکہ مداحل  $J = 0$  اور  $K = 0$  ہیں، جن سے  $D = 1$  حاصل ہوگا، لہذا ساعت کے اگلے کنارہ چپڑھائی پر پلٹ کار بلند حال اختیار کرتے ہوئے موجودہ حال برقرار رکھتا ہے۔

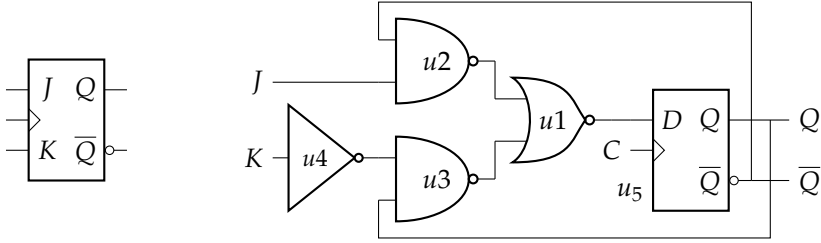
آپ نے دیکھا کہ  $K = 0$ ،  $J = 0$  کی صورت میں پلٹ کار برقرار حال  $(Q_{n+1} = Q_n)$  ہوگا۔ جدول کے اضافی خانے میں یہ معلومات درج کی گئی ہے۔ تسلی کر لیں (اگلے مشق میں ایسا کرنے کو کہا گیا ہے) کہ جدول میں  $D$  اور  $Q_{n+1}$  کی تمام معلومات مساوات ۶.۶ کے عین مطابق ہیں۔ اس جدول کی بہتر صورت جدول-ب ہے، جہاں غیر ضروری معلومات روپوش کی گئی، اور کنارہ چپڑھائی کی معلومات منراہم کی گئی۔

جے کے پلٹ کار کے کارکردگی درج ذیل ہے۔

$JK$	$Q_{n+1}$	
00	$Q_n$	برقرار حال
01	0	پست حال
10	1	بلند حال
11	$\bar{Q}_n$	متمم حال

اس مساوات کی پہلی تین صورتوں میں،  $J$  اور  $K$  بالترتیب  $S$  اور  $R$  مداحل کا کردار ادا کرتے ہیں، یعنی فعال  $J$ ، پلٹ کار کو (ساعت کے عمل کار کنارہ پر) بلند حال، اور فعال  $K$  اسے پست حال کرتا ہے۔ البتہ یہاں دونوں مداحل فعال ہونے کی اجازت ہے، جو حال متمم کرتے ہیں۔ دونوں مداحل غیر فعال ہونے کی صورت میں پلٹ کار موجودہ حال برقرار رکھتا ہے۔

مشق ۶.۴: جدول ۶.۳-الف اور ب کی تصدیق کریں۔



شکل ۶.۲۱: جے کے پلٹ کار کی بساؤٹ اور علامت۔

جدول ۶.۳: کنسارہ چپڑھائی پر عمل کار جے کے پلٹ کار

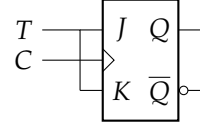
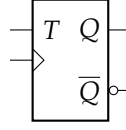
(ب)

C	J	K	$Q_{n+1}$
↑	0	0	$Q_n$
↑	0	1	0
↑	1	0	1
↑	1	1	$\overline{Q}_n$

(i)

J	K	$Q_n$	D	$Q_{n+1}$
0	0	0	0	$Q_n$
0	0	1	1	$Q_n$
0	1	0	0	0
0	1	1	0	0
1	0	0	1	1
1	0	1	1	1
1	1	0	1	$\overline{Q}_n$
1	1	1	0	$\overline{Q}_n$

C	T	$Q_{n+1}$
0	x	$Q_n$
1	x	$Q_n$
↑	0	$\overline{Q_n}$
↑	1	$\overline{Q_n}$



شکل ۶.۲۲: ٹی پلٹ کار کی بساؤٹ اور علامت

۶.۱۰.۱ ٹی پلٹ کار

جے کے پلٹ کار کے دونوں مداحسل آپس میں جوڑنے سے ٹی پلٹے کار<sup>۵۲</sup> حاصل ہوگا، جو شکل ۶.۲۲ میں بج علامت اور جدول پیش ہے۔

پست مداحسل ( $T = 0$ ) کی صورت میں ٹی پلٹ کار برقرار حال رہے گا، جبکہ بلند مداحسل ( $T = 1$ ) کی صورت میں ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر متم حال اختیار کرے گی۔ یوں بلند  $T$  کی صورت میں بلند پلٹ کار اگلے کنارہ چپڑھائی پر پست ہوگا، جبکہ پست پلٹ کار اگلے کنارہ چپڑھائی پر بلند ہوگا۔

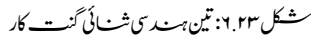
ٹی پلٹ کار کی مساوات، جے کے پلٹ کار کی مساوات ۶.۷ سے حاصل کرتے ہیں۔

$$\begin{aligned}
 Q_{n+1} &= J\overline{Q_n} + \overline{K}Q_n \\
 &= T\overline{Q_n} + \overline{T}Q_n \\
 &= T \oplus Q_n
 \end{aligned}
 \tag{۶.۹}$$

مساوات کے حصول میں  $J$  اور  $K$  دونوں کی جگہ  $T$  استعمال کیا گیا۔

مشق ۶.۵: ٹی پلٹ کار کے جدول کی تصدیق کریں۔

مشق ۶.۶: انٹرنیٹ سے  $74xx$  اور  $40xx$  سلسلہ میں جے کے اور ٹی پلٹ کار تلاش کریں۔

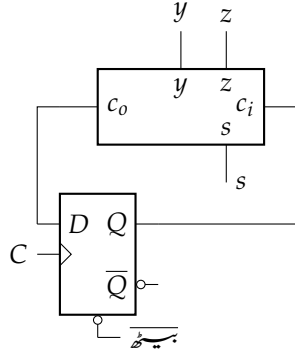


شکل ۶.۱۸ میں پیش کردہ دو مرتبہ استعمال کر کے شکل ۶.۲۳ حاصل ہو گا۔ بائیں جانب سے اول پلٹ کار  $(u_0)$  کا مخارج  $Q_0$ ، دوم پلٹ کار کا مخارج  $Q_1$  اور  $u_2$  کا مخارج  $Q_2$  پکارا گیا ہے۔

پلٹ کار  $u_0$  ساعت (C) کا تعدد 2 سے تقسیم کرتا ہے۔ اس کے دونوں مخارج شکل میں پیش ہیں، جو ساعت کے کنارہ چڑھائی پر حال تبدیل کرتے ہیں، اور جن کا تعدد C کے تعدد کا نصف ہے۔ اشارہ  $Q_0$  پلٹ کار  $u_1$  کو بطور ساعت مہیا کیا گیا ہے، جس کو  $u_1$  دو سے تقسیم کرتا ہے۔ یوں  $Q_1$  کا تعدد C کے تعدد سے 4 گنا کم ہوگا۔ پلٹ کار  $u_1$  کا مخارج  $Q_1$ ، تیسرے پلٹ کار کی ساعت ہے جو اسے 2 سے تقسیم کرے گا، لہذا  $Q_2$  کا تعدد C کے تعدد سے 8 گنا کم ہوگا۔

پلٹ کار کے مختار، شنائی عدد کے تین ہندسے تصور کر کے،  $Q_2Q_1Q_0$  روپ میں لکھیں۔ شکل ۶.۲۳ کے آخری صف میں یہ عدد پیش ہے، جہاں تینوں پلٹ کار ابتدائی طور پرست تصور کیے گئے۔ نقطہ دار گھیرے میں  $Q_0 = 1$  (ہند،)  $Q_1 = 1$  (ہند،) اور  $Q_2 = 0$  (پت) ہیں جنہیں  $Q_2Q_1Q_0 = 011$  لکھا پیش کیا گیا ہے، جو اعشاری تین کے برابر ہے۔ یہ دور ساعت کا کنارہ چٹھائی، (تین ہندسے شنائی عدد کے روپ میں) گنت ہے، جس کی بنا پر اس کا نام تین ہندسے شنائی گنتے کار ۵۳ ہے۔

گنت کا مضمر  $(000_2)$  تا تا  $(111_2)$  (یعنی آٹھ،  $2^3$ ، کنارے) گسنتی کرنے کے بعد دوبارہ مضمر  $(000_2)$



شکل ۶.۲۳: سلسلہ وار شنائی جمع کار

سے شروع کرتا ہے۔ ساعت C کی بجائے گنت کار کو کوئی بھی عددی اشارہ گنتی کے لئے مندر اہم کیا جاسکتا ہے۔ گنت کار اشارے کے کنارہ چپڑھائی کی گنتی کر کے نتیجہ مہیا کرے گا۔

ڈی پلٹ کار کی تعداد 4 کر کے، سولہ ( $2^4 = 16$ ) کنارے گنتی کے متابل گنت کار بنایا جاسکتا ہے جو صفر (0000<sub>2</sub>) تا پندرہ (1111<sub>2</sub>) گنتی کرے گا۔ یوں n پلٹ کار پر مشتمل شنائی گنت کار  $2^n$  کنارے گنتی کے متابل ہو گا۔

## ۶.۱۲ سلسلہ وار شنائی جمع کار

شکل ۶.۲۳ میں مکمل جمع کار ( $u_1$ ) اور ڈی پلٹ کار ( $u_2$ ) کی مدد سے اصطلاحاً سلسلہ وار شنائی جمع کار<sup>۵۴</sup> تشکیل دیا گیا ہے (مکمل جمع کار کی ڈب علامت کو یوں بنایا گیا ہے کہ دور میں صفائی پیدا ہو)۔ مکمل جمع کار کو جمع کرنے والے دو شنائی اعداد x اور y سلسلہ وار مندر اہم کئے جاتے ہیں۔ کمتر ترتیبی بٹ سے شروع کر کے ساعت کے ہر کنارہ چپڑھائی پر دونوں اعداد کے اگلے بٹ مندر اہم کئے جاتے ہیں۔ کسی بھی قدم پر ڈی پلٹ کار حاصل جمع (یعنی مکمل جمع کا حارجی حاصل) ذخیرہ کر کے اگلے قدم پر مکمل جمع کو بطور داخلی حاصل مہیا کرتا ہے۔ مجموعہ کے حصول سے قبل ڈی پلٹ کار زبردستی پست کیا جاتا ہے تاکہ پہلا داخلی حاصل صفر ہو۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ s پر سلسلہ وار دونوں شنائی اعداد کا مجموعہ خارج ہو گا۔

اس باب کے آخر میں آپ سے گزارش کی جائے گی کہ سلسلہ وار شنائی جمع کار استعمال کرتے ہوئے دو شنائی اعداد جمع کریں۔



## ۶.۱۳ معاصر ترتیبی ادوار کا تجزیہ

ساعت پر عمل کار، پلسٹ کار پر مبنی ادوار معاصر ترتیبی ادوار<sup>۵۵</sup> کہلاتے ہیں، جو پلسٹ کار کے موجودہ حال اور مداحصل دیکھ کر نئے حال اختیار کرتے ہیں۔ معاصر ترتیبی ادوار، عموماً، کنارہ ساعت کے ساتھ قدم ملا کر چلتے ہیں۔ ہم زیادہ تر کنارہ ساعت پر عمل کار ترتیبی ادوار پر تبصرہ کریں گے (جو مستن سے واضح ہوگا)۔ معاصر ترتیبی ادوار میں ترکیبی حصے کا موجود ہونا لازم نہیں۔

کنارہ پر عمل کار معاصر ترتیبی ادوار کنارہ ساعت پر نیا حال اختیار کرتے ہیں۔ موجودہ حال نے حال پر اثر انداز ہو سکتا ہے، لہذا نئے حال دریافت کرتے وقت موجودہ حال (کو بھی) مداحصل تصور کریں۔ ترکیبی ادوار کی طرح ترتیبی ادوار کا جدول، جو حال کا جدول<sup>۵۶</sup> کہلاتا ہے، نئے حال دریافت کرنے میں مددگار ثابت ہوگا۔ نیا حال مساوات<sup>۵۷</sup> سے بھی حاصل کیا جاسکتا ہے۔ دونوں طریقوں پر غور مثالوں کی مدد سے کرتے ہیں۔

## ۶.۱۳.۱ مساوات حال

دور کے موجودہ حال اور موجودہ مداحصل کے روپ میں، مساوات حال دور کے اگلے حال بیان کرتی ہیں۔ کنارہ ساعت پر دور اگلے (نئے) حال اختیار کرتا ہے۔ یوں، ساعت کے  $n$  کنارے گزرنے کے بعد حال کو موجودہ حال تصور کر کے، اس کے لئے اشاریہ  $n$  استعمال کرتے ہوئے، مثلاً  $Q(n)$ ، اگلا حال  $Q(n+1)$  ہوگا۔

شکل ۶.۲۵ مثال بنا کر آگے بڑھتے ہیں، جہاں کنارہ چپڑھائی پر عمل کار ڈی پلسٹ کار مستعمل ہیں۔ موجودہ مداحصل  $x(n)$  جبکہ موجودہ مخارج  $Q_0(n)$  اور  $Q_1(n)$  ہیں۔ ان تینوں کو مداحصل تصور کر کے  $D_0$  کی ترکیبی مساوات لکھتے ہیں۔ ضرب گیٹ  $u_4$  کا مخارج  $xQ_0$  اور  $u_5$  کا  $xQ_1$  ہے، جو متمم جمع  $u_3$  کے مداحصل ہیں، لہذا (بالائی پلسٹ کار کا مداحصل)  $D_0$  جو  $u_3$  کا مخارج ہے، ان کے منطقی جمع کا متمم ہوگا۔

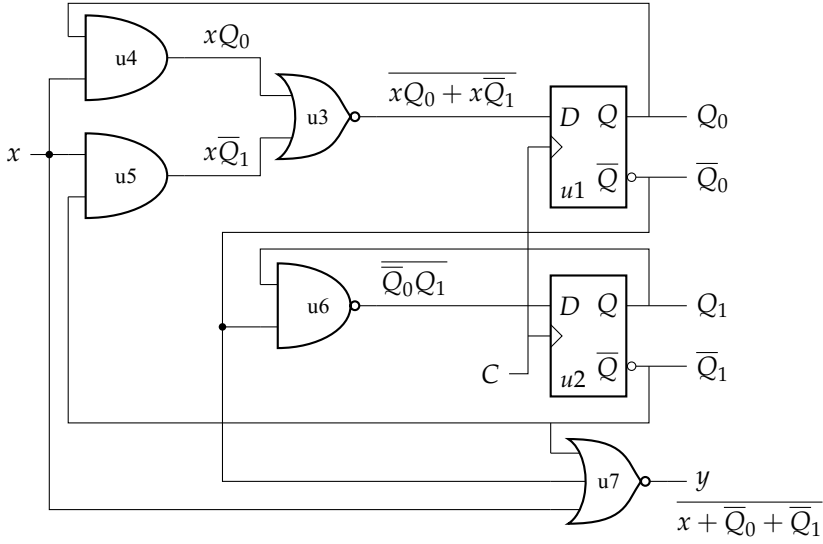
$$D_0(n) = \overline{x(n)Q_0(n) + x(n)Q_1(n)}$$

اس مساوات میں ہر جزو کے ساتھ  $(n)$  چسپاں کر کے واضح کیا گیا کہ یہ موجودہ متغیرات ہیں۔ ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر  $u_1$  اس مساوات کے مطابق اگلا حال اختیار کرے گا۔ یوں، نیا حال  $Q_0(n+1)$  درج ذیل ہوگا۔

$$(۶.۱۰) \quad Q_0(n+1) = \overline{x(n)Q_0(n) + x(n)Q_1(n)}$$

اسی طرح متمم ضرب  $u_6$  کے مداحصل  $\overline{Q_0}$ ،  $Q_1$  لہذا مخارج  $\overline{Q_0}Q_1$  ہوگا، جو پلسٹ کار  $u_2$  کا مداحصل  $D_1$  ہے۔ یوں اس پلسٹ کار کا اگلا حال درج ذیل ہوگا۔

$$(۶.۱۱) \quad Q_1(n+1) = \overline{\overline{Q_0}(n)Q_1(n)}$$



شکل ۶.۲۵: ترتیبی دور بطور مثال

تیسرا مخارج  $y$  ہے جو متمم جمع  $u7$  کا مخارج  $x + \overline{Q_0} + \overline{Q_1}$  ہے، اور جو سماعت کا تابع نہیں، لہذا  $y$  صرف موجودہ حال اور مداحصل پر منحصر ہے، یعنی یہ ہر صورت موجودہ مخارج ہوگا۔

$$(۶.۱۲) \quad y(n) = \overline{x(n) + \overline{Q_0}(n) + \overline{Q_1}(n)}$$

مسوات ۶.۱۰ تا ۶.۱۲ میں بار بار  $(n)$  اور  $(n+1)$  لکھنے سے گریز کرتے ہوئے درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$(۶.۱۳) \quad \begin{aligned} Q_0 &= \overline{xQ_0 + xQ_1} \\ Q_1 &= \overline{\overline{Q_0}Q_1} \\ y &= \overline{x + \overline{Q_0} + \overline{Q_1}} \end{aligned}$$

### ۶.۱۳.۲ حال کا جدول

معاصر حال جدول میں لکھے جاسکتے ہیں۔ شکل ۶.۲۵ کی مثال آگے بڑھاتے ہوئے مساوات ۶.۱۳ سے جدول لکھتے ہیں۔ موجودہ مداحصل  $(x)$  اور موجودہ حال  $(Q_1, Q_0)$  آزاد متغیرات، جبکہ اگلے مخارج اور حال تابع متغیرات تصور کریں۔ یوں  $x(n)$ ،  $Q_0(n)$ ، اور  $Q_1(n)$  آزاد متغیر تصور کر کے ان کی تمام ترتیب  $(000_2)$  تا  $(111_2)$  لکھیں۔ مساوات ۶.۱۳ سے ہر ترتیب کے مطابق اگلے حال  $Q_0(n+1)$ ،  $Q_1(n+1)$ ، اور اگلے مخارج  $y(n)$  حاصل کر کے جدول میں درج کریں۔ یوں جدول ۶.۴ حاصل ہوگا، جو حال کا جدول<sup>۵۸</sup> کہلاتا ہے۔

جدول ۶.۴: حال کا جدول (برائے مساوات ۶.۱۳)

موجودہ حال	اگلا حال		موجودہ مخارج	
	$x = 0$	$x = 1$	$x = 0$	$x = 1$
$Q_1 Q_0$	$Q_1 Q_0$	$Q_1 Q_0$	$y$	$y$
00	11	10	0	0
01	11	10	0	0
10	01	01	0	0
11	11	10	1	0

## ۶.۱۳.۳ حال کا خاکہ

حال کے جدول میں موجود معلومات کا خاکہ بنایا جاسکتا ہے جو **حال کا خاکہ** کہلاتا ہے۔ جدول ۶.۴ کا حال کا خاکہ شکل ۶.۲۶ میں پیش ہے۔

حال کے خاکہ میں دور کا حال گول دائروں سے ظاہر کیا جاتا ہے، جبکہ موجودہ حال سے اگلے حال منتقلی تیردار لکیر سے ظاہر کی جاتی ہے، جس کی دم موجودہ حال پر اور سر اگلے حال پر رکھا جاتا ہے۔ تیردار لکیر پر دو اعداد لکھے جاتے ہیں، جن کے بیچ ترچھی لکیر کھینچی جاتی ہے۔ وہ داخلی قیمت جو انتقال کا سبب بنتی ہے، ترچھی لکیر کے اوپر اور موجودہ مخارج نیچے لکھا جاتا ہے۔

شکل ۶.۲۵ کے ترتیبی دور میں دو پلسٹ کار مستعمل ہیں، جن کا حال  $Q_1 Q_0$  لکھ کر 00، 01، 10، اور 11 ممکن حال ہیں۔ حال 00 سے 10 انتقال کی تیردار لکیر پر 1/0 لکھا گیا ہے، جس کے تحت انتقال  $x = 1$  کی بدولت پیش آیا اور  $y = 0$  ہے۔

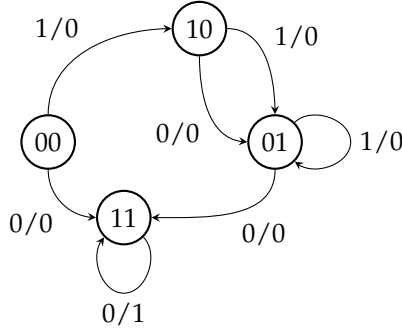
حال کا خاکہ دیکھ کر کئی حقائق باآسانی واضح ہوں گے۔ مثلاً، خاکہ دیکھ کر واضح ہے یہ دور کسی دوسرے حال سے 00 منتقل نہیں ہوگا؛ حال 10 سے یہ اگلے قدم میں 01 منتقل ہوگا، جس کے بعد جب تک  $x = 1$  رہے حال تبدیل نہیں ہوگا اور  $x = 0$  کرنے سے حال 11 حاصل ہوگا، جس سے نکلنے کا کوئی راستہ موجود نہیں۔

حال کا خاکہ اور حال کا جدول ایک ہی معلومات دو مختلف طریقوں سے پیش کرتے ہیں۔ دونوں میں پیش معلومات ہر طرح یکساں ہے۔

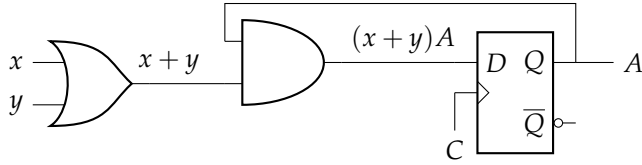
## ۶.۱۳.۴ ڈی پلسٹ کار پر مبنی ترتیبی دور

ترتیبی ادوار کے حل کی مزید مثالوں پر غور کرتے ہیں۔ پہلی مثال ڈی پلسٹ کار پر مبنی ہے جو شکل ۶.۲۷ میں پیش ہے۔ دور میں ایک پلسٹ کار پایا جاتا ہے جس کا مخارج  $A$  لکھ کر، مداحصل  $A(x + y)$  ہوگا۔

ساعت کے کنارہ چڑھائی پر ڈی پلسٹ کار مداحصل کے تحت نیا حال اختیار کرتا ہے، لہذا اگلے حال کی



شکل ۶.۲۶: حال کا حنا کہ (برائے شکل ۶.۲۵)



شکل ۶.۲۷: ڈی پلٹ کار پر مبنی ترتیبی دور۔

مساوات درج ذیل ہوگی

$$A(n+1) = A(n)(x(n) + y(n))$$

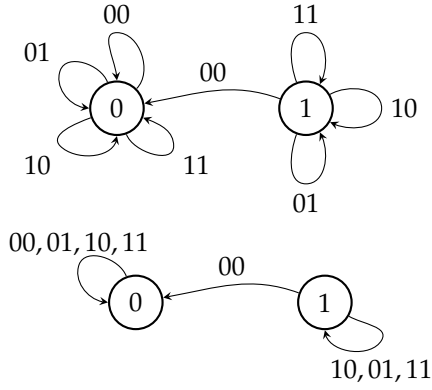
جس کی سادہ صورت ذیل ہے۔

$$A = A(x + y)$$

اس مساوات کے نتائج شکل ۶.۲۸ میں جدول میں پیش ہیں۔ حال کا حنا کہ اور اس کا سادہ روپ (نچلا حنا کہ) بھی شکل پیش ہیں۔ پلٹ کار کے حال 0 اور 1 دائروں میں رکھے گئے ہیں، جبکہ ان کے بیچ انتقال تیردار لکیر سے دکھایا گیا ہے۔ تیردار لکیروں پر مداحل  $xy$  کی موجودہ قیمتیں لکھی گئی ہیں۔ ایک ہی حال میں رہنے کے تمام امکانات کو اکٹھا بھی لکھا جا سکتا ہے، جیسے نچلے حنا کہ میں کیا گیا ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ حال 1 سے 0 اس وقت انتقال ہوگا جب مداحل 00 ہو۔ باقی تمام حال میں پلٹ کار موجودہ حال برقرار رکھتا ہے۔ مزید، حال 0 سے حال 1 منتقلی کا کوئی راستہ موجود نہیں۔

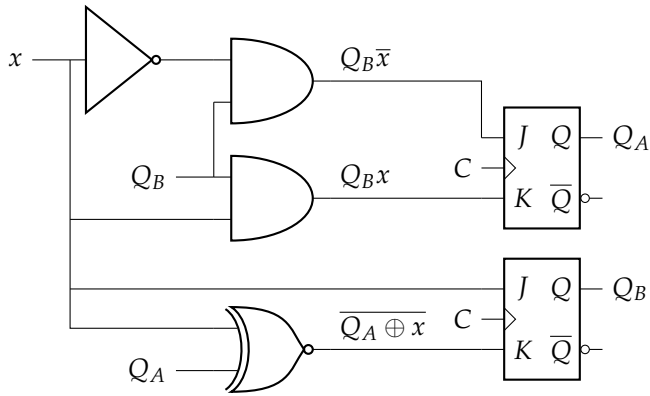
۶.۱۳.۵ جے کے پلٹ کار پر مبنی ترتیبی دور

شکل ۶.۲۹ میں جے کے پلٹ کار پر مبنی ترتیبی دور پیش ہے۔ بالا پلٹ کار کا حال  $Q_A$  اور مداحل  $J_A$ ،  $K_A$  ہیں، جبکہ زیریں پلٹ کار کا حال  $Q_B$  اور مداحل  $J_B$ ،  $K_B$  ہیں۔



اگر			موجودہ
A	x	y	A
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

شکل ۶.۲۸: حال کا جدول اور حال کا حنا کہ (برائے شکل ۶.۲۷)



شکل ۶.۲۹: جے کے پلاٹ کار پر مبنی ترتیبی دور

دور میں متمم بلاشرکت جمع گیٹ کا ایک مداحل  $Q_A$  ہے جو بالائی پلٹ کار کا موجودہ حال ہے۔ پلٹ کار کے مخارج سے گیٹ کے مداحل تک تار کھینچنے کی بجائے دونوں کا نام  $(Q_A)$  رکھا گیا ہے۔ جب بھی دو معتمات کا ایک نام رکھا جائے، انہیں آپس میں برقی طور حبڑا تصور کریں۔ یوں، دونوں ضرب گیٹ کا ایک ایک مداحل زیریں پلٹ کار کے مخارج سے حبڑا ہے۔

مداحل کی مساوات ذیل ہیں۔

$$\begin{aligned} J_A &= \bar{x}Q_B \\ K_A &= xQ_B \\ J_B &= x \\ K_B &= \overline{x \oplus Q_A} \end{aligned} \quad (۶.۱۴)$$

ان مساوات سے جدول ۶.۵ حاصل ہوگا، جس سے اضافی مواد نکال کر حال کا جدول حاصل ہوگا (شکل ۶.۳۰)۔ حال کے جدول سے حاصل حال کا خاکہ بھی شکل میں پیش ہے۔

مساوات ۶.۱۳ سے جدول ۶.۵ لکھتے ہوئے موجودہ حال  $Q_A$ ، اور مداحل  $x$  کی تمام ممکنات  $000_2$  تا  $111_2$  لکھیں (جدول میں بائیں ہاتھ تین قطاریں)۔ ہر صف کے لئے پلٹ کار کے مطابق موجودہ مداحل  $J_A$ ،  $K_A$ ،  $J_B$ ، اور  $K_B$  مساوات ۶.۱۴ سے حاصل کریں۔ یوں پہلی صف کے لئے، جہاں موجودہ قیمتیں  $Q_A = 0$ ،  $Q_B = 0$ ، اور  $x = 0$  ہیں، درج ذیل حاصل ہوگا۔

$$\begin{aligned} J_A &= \bar{x}Q_B = \bar{0} \cdot 0 = 1 \cdot 0 = 0 \\ K_A &= xQ_B = 0 \cdot 0 = 0 \\ J_B &= x = 0 \\ K_B &= \overline{x \oplus Q_A} = \overline{0 \oplus 0} = \bar{0} = 1 \end{aligned}$$

انہیں جدول کی پہلی صف میں درج کریں۔ پلٹ کار کے موجودہ مداحل جانتے ہوئے ساعت کے اگلے کنارہ چپڑھائی پر اگلے حال مساوات ۶.۷  $Q(n+1) = J\bar{Q}_n + \bar{K}Q_n$  یا مساوات ۶.۸ سے

$$\begin{aligned} Q_A &= J_A\bar{Q}_A + \bar{K}_AQ_A = 0 \cdot \bar{0} + \bar{0} \cdot 0 = 0 \cdot 1 + 1 \cdot 0 = 0 + 0 = 0 \\ Q_B &= J_B\bar{Q}_B + \bar{K}_BQ_B = 0 \cdot \bar{0} + \bar{1} \cdot 0 = \end{aligned}$$

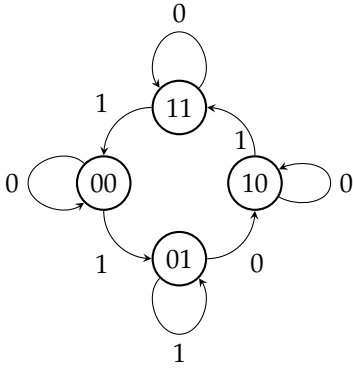
حاصل کر کے جدول کی پہلی صف میں درج کریں۔ باقی صف کے لئے مواد حاصل کے جدول بھریں۔ آپ  $J$  اور  $K$  کی مساوات استعمال کر کے بھی  $Q$  تلاش کر سکتے ہیں۔

$$\begin{aligned} Q_A(n+1) &= J_A\bar{Q}_A + \bar{K}_AQ_A = (\bar{x}Q_B)\bar{Q}_A + (\overline{xQ_B})Q_A \\ Q_B(n+1) &= J_B\bar{Q}_B + \bar{K}_BQ_B = x\bar{Q}_B + (\overline{x \oplus Q_A})Q_B \end{aligned}$$

حال کے خاکہ (شکل ۶.۳۰) پر توجہ دیں۔ حال 00 سے 01 اور یہاں سے 10 اور اس کے بعد 11 حبابا حبابا سکتا ہے، جس کے بعد دوبارہ 00 سے پوری کہانی شروع ہوگی۔ یہ 00 تا 11 شاننی گنت کار معلوم ہوتا ہے۔ ماسوائے

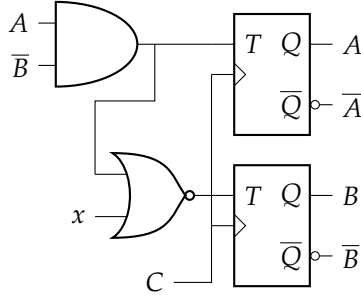
جدول ۶.۵: جے کے پلٹ کار دور کی مساوات ۶.۱۳ سے حاصل جدول

موجودہ مداحل اور حال			پلٹ کار کے مداحل				اگلے حال	
$Q_A$	$Q_B$	$x$	$J_A$	$K_A$	$J_B$	$K_B$	$Q_A$	$Q_B$
0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	0	1	1	0
0	1	1	0	1	1	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	1	0	0	1	1	1	1
1	1	0	1	0	0	0	1	1
1	1	1	0	1	1	1	0	0



موجودہ حال	اگلے حال	
	$x = 0$	$x = 1$
$Q_A Q_B$	$Q_A Q_B$	$Q_A Q_B$
00	00	01
01	10	01
10	10	11
11	11	00

شکل ۶.۳۰: حال کا جدول اور حال کا خاکہ برائے شکل ۶.۲۹



شکل ۶.۳۱: ٹی پلٹ کار پر مبنی ترتیبی دور

حال 11 کے، ہر مرتبہ  $x$  تبدیل کرنے سے حال تبدیل ہوگا۔ یوں 00 میں جب تک  $x = 0$  رہے، دور اسی حال میں رہتا ہے، البتہ  $x$  بلند کرنے سے 01 حال حاصل ہوگا، جہاں اس وقت تک رہا جائے گا جب تک  $x = 1$  رہے۔

#### ۶.۱۳.۶ ٹی پلٹ کار کی مدد سے ترتیبی دور کا حبابزہ

شکل ۶.۳۱ میں ٹی پلٹ کار پر مبنی دور پیش ہے۔ پلٹ کار کے حال  $A$  اور  $B$  سے ظاہر کیے گئے ہیں۔ یوں پہلے پلٹ کار کا مداحل  $T_A$  اور دوسرے کا  $T_B$  ہے۔

پلٹ کار کا اگلا حال مساوات ۶.۹ سے ملتا ہے جسے یہاں دوبارہ پیش کرتے ہیں۔

$$Q_{n+1} = T \oplus Q_n$$

موجودہ ضرورت کے تحت مساوات سے درج ذیل لکھا جاتا ہے۔

$$\begin{aligned} A_{n+1} &= T_A \oplus A = T_A \bar{A} + \bar{T}_A A \\ B_{n+1} &= T_B \oplus B = T_B \bar{B} + \bar{T}_B B \end{aligned} \quad (۶.۱۵)$$

پلٹ کار کے مداحل کی مساوات شکل ۶.۳۱ سے حاصل کرتے ہیں۔

$$\begin{aligned} T_A &= A\bar{B} \\ T_B &= \overline{A\bar{B} + x} \end{aligned}$$

ان مساوات کو مساوات ۶.۱۵ میں ڈالنے سے پلٹ کار کے حال کی مساواتیں حاصل ہوں گی:

$$\begin{aligned} A_{n+1} &= (A\bar{B}) \oplus A \\ B_{n+1} &= (\overline{A\bar{B} + x}) \oplus B \end{aligned}$$



جدول ۶.۶: ٹی پلٹ کار دور (شکل ۶.۳۱) کا حاصل کا جدول

(۱)

(ب)			(۱)					
			موجودہ مواد			اگلا حال		مدا حاصل
موجودہ	اگلا حال		A	B	x	A	B	T <sub>A</sub> T <sub>B</sub>
	x = 0	x = 1						
AB	AB	AB						
00	01	00	0	0	0	0	1	0 1
01	00	01	0	0	1	0	0	0 0
10	00	00	0	1	0	0	0	0 1
11	10	11	0	1	1	0	1	0 0
			1	0	0	0	0	1 0
			1	0	1	0	0	1 0
			1	1	0	1	0	0 1
			1	1	1	1	1	0 0

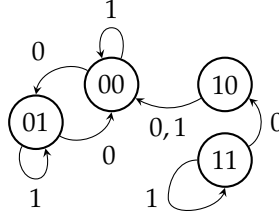
جن سے جدول ۶.۶-الف ملتا ہے۔ مدا حاصل x اور موجودہ حال A اور B کو پہلی تین قطاروں میں لکھا گیا ہے۔ ان کی تمام ترتیب (000<sub>2</sub> تا 111<sub>2</sub>) پہلی تین قطاروں میں بھر کر، ہر صف کے لئے مطابقتی موجودہ مدا حاصل حاصل کیے جاتے ہیں، جنہیں دائیں قطاروں میں لکھا گیا ہے۔ موجودہ مدا حاصل سے ساعت کے اگلے کنارہ چپڑھائی پر اگلے حال حاصل ہوں گے۔ جدول ۶.۶-الف سے جدول-ب لکھا جاسکتا ہے، جو حال کا جدول کہلاتا ہے۔

حال کے جدول کے مواد کو حال کے حنا کے کی صورت میں شکل ۶.۳۲ میں پیش کیا گیا ہے۔ جدول ۶.۶-ب میں AB کو ساتھ ساتھ لکھ کر ایک حال تصور کریں۔ یوں 00، 01، 10، اور 11 حال ممکن ہیں۔ حال کے حنا کے میں حال کو گول دائرہ میں لکھا جاتا ہے، اور ایک حال سے دوسرے حال (یا اسی حال) انتقال کو تیسرے دار لکیر سے ظاہر کیا جاتا ہے، جن پر آزاد مدا حاصل (x) کی وہ قیمت درج کی جاتی ہے، جو انتقال کا سبب بنتی ہے۔ مثلاً، جدول-ب کی پہلی صف میں موجودہ حال 00 ہے؛ اب x = 1 کی صورت میں دور اسی حال (00) میں رہتا ہے، جس کو حال کے حنا کے میں 00 حال سے ابتدا اور اختتام کرنے والی تیسرے دار لکیر سے ظاہر کیا گیا ہے، جس پر 1 لکھا گیا ہے؛ البتہ x = 0 کی صورت میں دور حال 01 اختیار کرتا ہے، جس کو 00 سے 01 جانے والی تیسرے دار لکیر ظاہر کرتی ہے، جس پر 0 لکھا گیا ہے۔

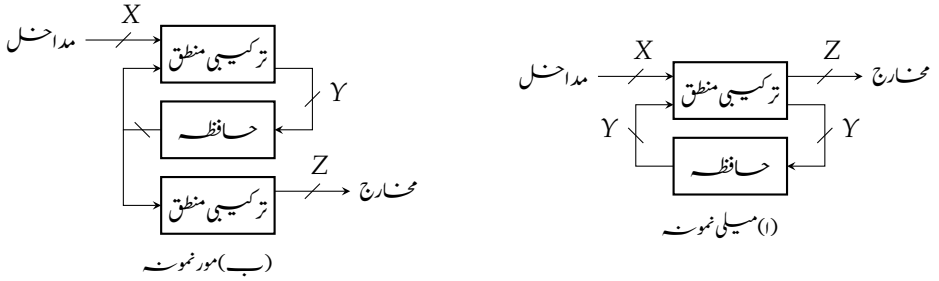
## ۶.۱۴ میلی اور مورو نمونہ

ترتیبی دور میں مدا حاصل، محسار اور اندرونی حال پائے جاتے ہیں۔ ترتیبی ادوار کے دو نمونے پائے جاتے ہیں، جنہیں میلی نمونہ<sup>۶۰</sup> اور مورو نمونہ<sup>۶۱</sup> کہتے ہیں۔ میلی نمونہ میں محسار کا دار و مدار موجودہ مدا حاصل اور موجودہ اندرونی حال پر، جبکہ مورو نمونہ میں صرف موجودہ حال پر ہوگا۔ یہ دو نمونے شکل ۶.۳۳ میں پیش ہیں۔

<sup>۶۰</sup>Mealy  
<sup>۶۱</sup>Moore



شکل ۶.۳۲: حال کا خاکہ برائے شکل ۶.۳۱ اور جدول ۶.۶



شکل ۶.۳۳: مور اور میلی نمونے

ان اشکال میں مداخل تیر دار لکیر پر ترجیحی لکیر کھینچ کر X لکھا گیا ہے، جو مداخل شنائی ہندسوں (بٹ) کی تعداد بیان کرتا ہے۔ یوں  $X = 8$  کی صورت میں ایک ایک بٹ کے آٹھ مداخل ہوں گے۔ حافظہ کے مداخل اور مخرج کی تعداد برابر ہوگی، لہذا اس کے مداخل (یا مخرج) پر Y لکھنے کے بعد مخرج (یا مداخل) پر صرف ترجیحی لکیر کھینچنا کافی ہوگا۔

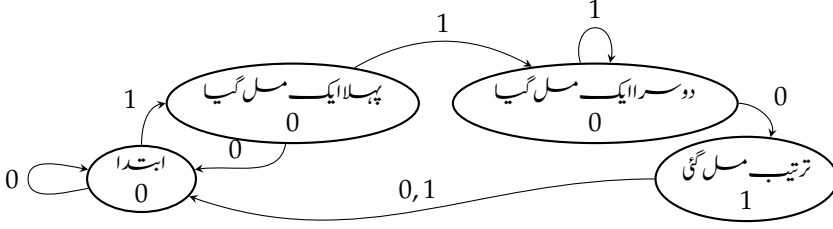
#### ۶.۱۴.۱ حال اور ان کی مقرری

حصہ ۶.۱۳.۳ میں حال کے خاکہ پر غور کیا گیا۔ ان خاکوں میں پلٹ کار کے مخرج کی بجائے دیگر ناموں سے حال ظاہر کر کے حال کا خاکہ سمجھنا آسان بنایا جاسکتا ہے (درج ذیل مثال دیکھیں)۔

مثال ۶.۱: ایسے ایک مداخل، ایک مخرج معاصر ترتیبی دور کا حال کا خاکہ تیار کریں، جو  $110_2$  مداخل کے حصول پر 1 مخرج کرتا ہو۔ بلند رتی بٹ پہلا بٹ تصور کریں۔ ایسے دور کو ترتیبی شناخت کہتے ہیں۔

حل: شکل ۶.۳۴ میں حال کا خاکہ پیش ہے، جسے دیکھ کر دور کی کارکردگی سمجھنا آسان ہے۔ دائرے میں حال کا نام، اور نام کے نیچے 0 یا 1 موجودہ مخرج ظاہر کرتا ہے۔

□



شکل ۶.۳۴: حال کو الفاظ سے پکار کر حنا کہ بہتر سمجھ آتا ہے (مثال ۶.۱)

### ۶.۱۵ معاصر ترتیبی ادوار کی بناوٹ

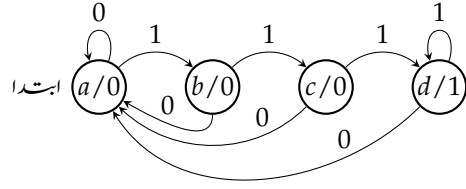
گزشتہ حصے میں مختلف اقسام کے پلسٹ کار استعمال کر کے معاصر ترتیبی ادوار تشکیل دیے گئے۔ ان ادوار کے حصول کا بانسابطہ طریقہ کار درج ذیل ہے۔

۱. مسئلہ کے بیان سے حال کا حنا کہ تیار کریں۔
۲. درکار حال کی تعداد کم کریں۔
۳. ہر حال (کو ظاہر کرنے) کی منفرد دشنائی قیمت منتخب کریں۔
۴. حال کا جدول حاصل کریں۔
۵. پلسٹ کار (کی قسم) کا انتخاب کریں۔
۶. پلسٹ کار کی داخلی اور حنا رجبی سادہ ترین مساوات حاصل کریں۔
۷. ان مساوات سے معاصر ترتیبی دور تشکیل دیں۔

مثال ۶.۲: ایسا معاصر ترتیب شناس تشکیل دیں جو تین متواتر 1 مداحل کے حصول پر 1 حنا رجب کرے۔

حل: ترتیب شناس کی کارکردگی کے بیان سے شکل ۶.۳۵ کا حال کا حنا کہ کھینچا جاتا ہے۔ گول دائروں میں ترتیبی لکیر سے اوپر حال کا نام اور نیچے حنا رجب کی قیمت لکھی گئی ہے۔ شناس کا ابتدائی حال  $a$  اور حنا رجب پست (0) ہے۔ پہلی 1 کی حصول کے بعد حال  $b$  اور حنا رجب پست ہوگا۔ دوسری 1 کے بعد حال  $c$  اور حنا رجب پست، تیسری 1 کے بعد حال  $d$  اور حنا رجب بلند ہوگا۔ مزید 1 ملنے سے شناس حال  $d$  میں رہتے ہوئے حنا رجب بلند رکھتا ہے۔ کسی بھی موقع پر 0 کا حصول، شناس کو واپس ابتدائی حال  $a$  منتقل کرتا ہے۔ حال کے حنا کہ سے حاصل جدول، شکل ۶.۳۵ میں پیش ہے، جس میں بائیں ہاتھ موجودہ مداحل اور موجودہ حال، جبکہ دائیں ہاتھ اگلا حال اور موجودہ حنا رجب درج ہیں۔

موجودہ		اگلا	
مداحل	مداخل	حال	مخرج
a	0	a	0
a	1	b	0
b	0	a	0
b	1	c	0
c	0	a	0
c	1	d	0
d	0	a	1
d	1	d	1



شکل ۶.۳۵: ترتیب شناس کا حال کا خاکہ (مثال ۶.۲)

حال کے خاکہ سے واضح ہے کہ حال کی تعداد چار ہے، جنہیں دوپٹ کا شنائی عدد دظاہر کر سکتا ہے۔

$$a = 00$$

$$b = 01$$

$$c = 10$$

$$d = 11$$

(۶.۱۶)

(آپ کوئی دوسری انتخاب کر سکتے ہیں۔ مشق ۶.۷ دیکھیں۔) دوپٹ کے لئے دو پلٹ کار درکار ہوں گے۔ ہم ڈی پلٹ کار منتخب کر کے، ان کے مخرج A اور B، اور مداحل  $D_A$  اور  $D_B$  لکھتے ہیں۔

شنائی علامت استعمال کرتے ہوئے شکل ۶.۳۵ میں پیش جدول دوبارہ جدول ۶.۷ میں پیش کیا گیا ہے، جس سے ڈی پلٹ کار کی درج ذیل مساوات اخذ ہوتی ہیں۔

$$A(n+1) = D_A(A, B, x) = \sum (3, 5, 7)$$

$$B(n+1) = D_B(A, B, x) = \sum (1, 5, 7)$$

$$y(A, B, x) = \sum (6, 7)$$

جدول ۶.۷ سے شکل ۶.۳۶ کے کارناف نقشے بنا کر درج ذیل سادہ مساوات حاصل ہوتی ہیں، جن سے شکل ۶.۳۷ حاصل ہوگا۔

$$D_A = Ax + Bx$$

$$D_B = Ax + \overline{B}x$$

$$y = AB$$

ترتیب شناس ابتدائی پست حال میں، سیٹھ اشارہ کی مدد سے لایا جاتا ہے، جو شکل میں نہیں دکھایا گیا۔

جدول ۶.۷: ترتیب شناس کا حال کا جدول

موجودہ			اگلا		موجودہ
A	B	x	A	B	y
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1

AB	x	
	0	1
00	0	0
01	0	0
11	1	1
10	0	0

$y = AB$

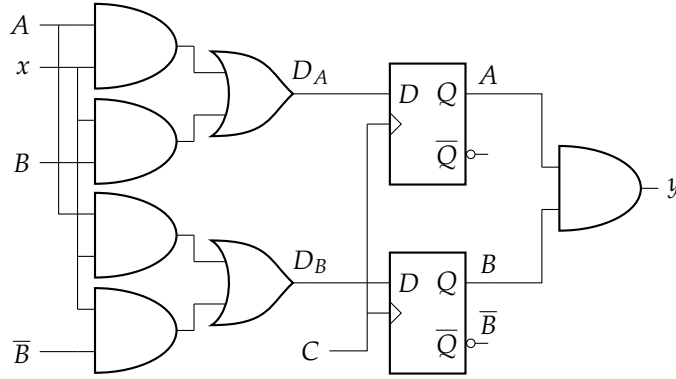
AB	x	
	0	1
00	0	1
01	0	0
11	0	1
10	0	1

$D_B = xA + x\bar{B}$

AB	x	
	0	1
00	0	0
01	0	1
11	0	1
10	0	1

$D_A = xA + xB$

شکل ۶.۳۶: کارنائف نقشے برائے مثال ۶.۲



شکل ۶.۳: ترتیب شناس (مثال ۶.۲)

□

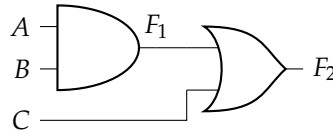
مشق ۶.۷: مساوات ۶.۱۶ میں حال کے اظہار کا ایک انتخاب دکھایا گیا ہے۔ آپ کوئی دوسرا انتخاب کر سکتے ہیں، مثلاً  $a = 01$ ،  $b = 10$ ،  $c = 11$ ، اور  $d = 00$  جس سے دوسرا دور حاصل ہو گا۔ یہ دور حاصل کریں۔

### سوالات

سوال ۶.۱: ثابت کریں جے کے پلٹ کے محسار  $\bar{Q}_{n+1}$  کی مساوات درج ذیل ہے۔

$$\bar{Q}_{n+1} = \bar{J}\bar{Q} + KQ$$

سوال ۶.۲: شکل میں ضرب گیٹ کا دورانیہ رد عمل 10 نینو سیکنڈ جبکہ جمع گیٹ کا 15 نینو سیکنڈ ہے۔ تینوں مداحل بیک وقت تبدیل کیے جاتے ہیں۔ کتنی دیر بعد محسار  $F_1$  اور  $F_2$  مستحکم حال میں ہوں گے؟

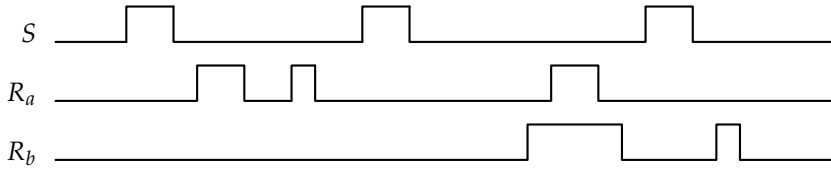


جواب: 10 ns ، 25 ns

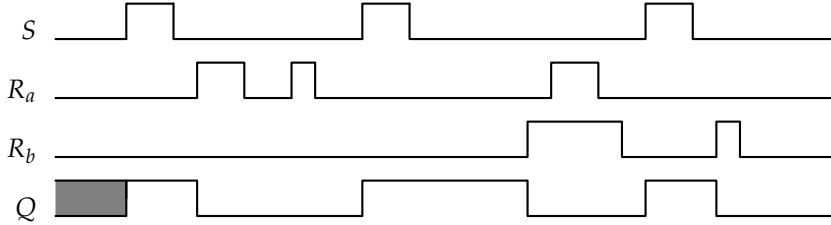
سوال ۶.۳: ایک کمپیوٹر 2 GHz ساعتی اشارے سے چلتا ہے۔ یہ اشارہ تیس فی صد وقت بلند رہتا ہے جبکہ اس کا دورانیہ اترائی پانچ فی صد اور دورانیہ چڑھائی پانچ فی صد وقت لیتے ہیں۔ ساعتی اشارے کا دوری عرصہ، دورانیہ چڑھائی اور پست دورانیہ حاصل کریں۔

جواب:  $3 \times 10^{-10}$  s ،  $2.5 \times 10^{-11}$  s ،  $5 \times 10^{-10}$  s

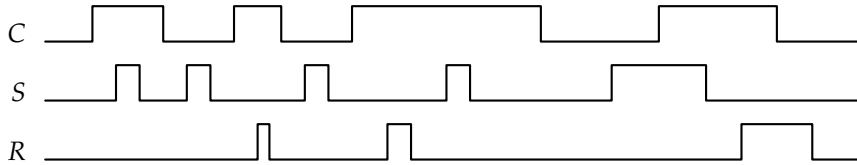
سوال ۶.۴: جمع متمم گیٹ پر مسبئی متعدد (بلند فعال) مداحل ایس آر پلاٹ کے مداحل ترسیم کیے گئے ہیں۔ اس کا محضارج ترسیم کریں۔



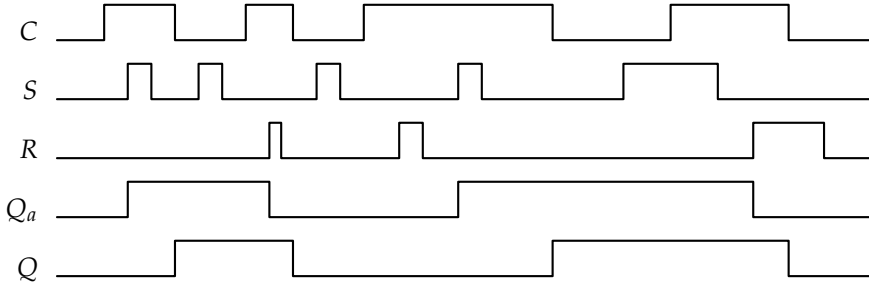
جواب:



سوال ۶.۵: آفت و غلام پلاٹ کے مداحل ترسیم کیے گئے ہیں۔ آفت محضارج  $Q_a$  اور غلام محضارج  $Q$  ترسیم کریں۔



جواب:



سوال ۶.۶: شکل ۶.۲۴ میں سلسلہ وار شناختی جمع کار پیش ہے۔ اسے استعمال کرتے ہوئے  $10110011_2$  اور  $00110011_2$  متدم باقدم جمع کریں۔ ہر قدم پر تمام معتمات پر متغیرات دریافت کریں۔

سوال ۶.۷: ایک ترتیبی دور جس کے مداخل  $x$  اور  $y$  جبکہ مخارج  $z$  ہے میں دو ڈی پلٹ،  $A$  اور  $B$  متعمل ہیں۔ دور کی مساوات درج ذیل ہیں۔ یاد رہے ہم  $A(t+1)$  کو اگلا حال جبکہ  $A(t)$  کو موجودہ حال یا بازاری اشارہ تصور کر سکتے ہیں۔

$$A(t+1) = \bar{x}y + xA(t)$$

$$B(t+1) = \bar{x}B(t) + xA(t)$$

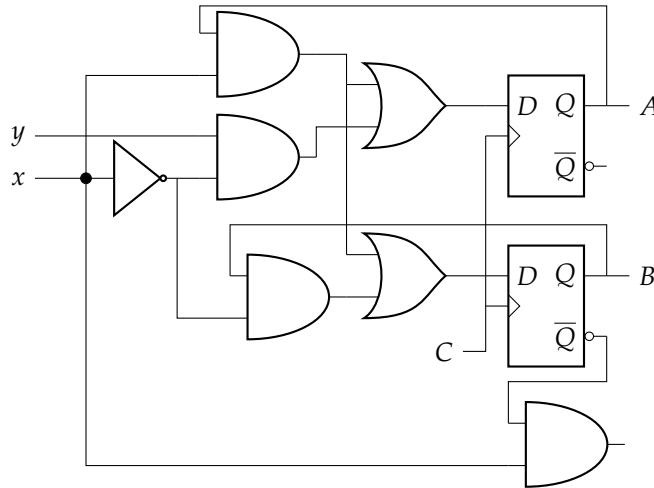
$$z(t) = x\bar{B}(t)$$

۱. ترتیبی دور بنائیں۔

ب. ان مساوات سے حال کا جدول حاصل کریں۔

ج. حال کے جدول سے حال کا خاکہ حاصل کریں۔

جواب:





AB	x=1		x=0	
	y = 1	y = 0	y = 1	y = 0
00	00	00	10	00
01	00	00	11	01
10	11	11	10	00
11	11	11	11	01

سوال ۶.۸: مداحصل  $x$  اور دو جے کے پلسٹ،  $A$  اور  $B$ ، پر مبنی ترتیبی دور درج ذیل مساوات پر پورا اترتا ہے۔

$$J_A = \bar{B}$$

$$K_A = x$$

$$J_B = A$$

$$K_B = x$$

ا. ان سے حال کی مساوات  $A(t+1)$  اور  $B(t+1)$  حاصل کریں۔

ب. ان مساوات سے حال کا خاکہ بنائیں۔

جواب:

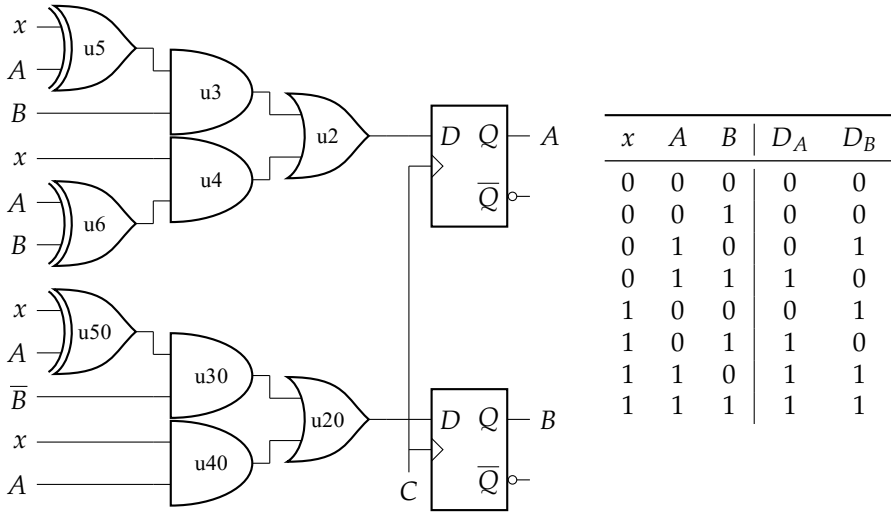
$$A(t+1) = \bar{B}\bar{A} + \bar{x}A$$

$$B(t+1) = A\bar{B} + xB$$

موجودہ حال AB	اگلا حال	
	x = 1	x = 0
00	10	10
01	00	01
10	01	11
11	00	11

سوال ۶.۹: دو ڈی پلسٹ،  $A$  اور  $B$ ، استعمال کر کے مداحصل  $x$  کا ترتیبی دور تخلیق دیں جو بالترتیب 00، 01، 10، اور 11 حال اختیار کر سکتا ہو۔ بلند مداحصل کی صورت میں بڑھتی گنتی اور پست مداحصل کی صورت میں گھٹتی گنتی حاصل کرنی ہے۔ بڑھتی گنتی کی صورت میں 11 کو پہنچنے کے بعد بلند مداحصل کی صورت میں دور اسی حال میں رہنا چاہیے۔ گھٹتی گنتی کرتے ہوئے 00 کو پہنچنے کے بعد پست مداحصل کی صورت میں دور 00 میں رہنا چاہیے۔

جواب:



سوال ۶.۱۰: گزشتہ سوال میں مداحل  $e$  کا اضافہ کریں۔ بلند  $e$  کی صورت میں دور جوں کا توں چلتا ہو جبکہ پتہ  $e$  کی صورت میں دور اپنا حال برقرار رکھتا ہو۔

جواب: ساعت  $C$  کو ضرب گیٹ سے گزاریں۔ ضرب گیٹ کا دوسرا مداحل  $e$  ہوگا۔

سوال ۶.۱۱: پچھلے سوال میں مداحل کی تعداد میں مزید اضافہ کرتے ہوئے مداحل  $s$  کا اضافہ کریں۔ مداحل  $s$  بلند کرنے سے دور کو حال 00 اختیار کر لینا چاہیے جبکہ پتہ  $s$  کی صورت میں دور کو پہلے کی طرح کام کرنا چاہیے۔

جواب: دونوں ڈی پلٹ کے بلند فعال زبردستی پلٹے مداحل کو  $s$  منراہم کریں۔



## باب ۷

## دفتر

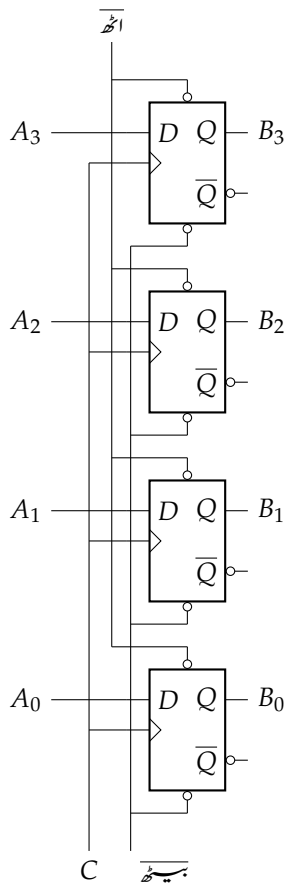
ایک پلٹ کار ایک شنائی ہند سے (ہٹ) کی معلومات ذخیرہ کر سکتا ہے۔ آٹھ ہٹ معلومات ذخیرہ کرنے کے لئے آٹھ پلٹ کار درکار ہوں گے۔ دفتر اے سراد وہ دور ہے جو معلومات ذخیرہ، اور ایک جگہ سے دوسری جگہ منتقل کرنے کی صلاحیت رکھتا ہو۔ یوں،  $n$  ہٹ دفتر سے مراد  $n$  پلٹ کار پر مبنی وہ دور ہوگا، جو  $n$  ہٹ ذخیرہ اور منتقل کر کے معلومات کے انتقال کا انداز (سلسلہ وار یا متوازی) دور کے ترکیبی حصہ پر منحصر ہوگا۔

سادہ ترین چار ہٹ دفتر شکل ۱.۷ میں پیش ہے۔ شکل -الف میں مداحل  $A$  جبکہ محارج  $B$  ہے۔ مداحل کے چار ہٹ  $A_0$ ،  $A_1$ ،  $A_2$ ، اور  $A_3$ ، جبکہ محارج کے چار ہٹ  $B_0$ ،  $B_1$ ،  $B_2$ ، اور  $B_3$  ہیں۔

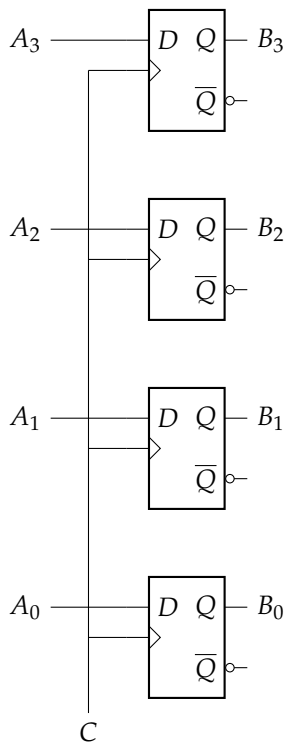
ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر مداحلی چار ہٹ پلٹ کار کو منتقل ہو جاتے ہیں۔ ہم کہتے ہیں دفتر میں مواد کا اندراج ہو گیا، یا مواد دفتر میں درج ہو گیا، یا مواد دفتر میں لکھ لیا گیا۔ ساعت کے اگلے کنارہ چپڑھائی تک یہ چار ہٹ معلومات دفتر میں محفوظ، اور محارج پر دستیاب ہوگی۔

شکل ۱.۷-ب میں بلند اور پست صلاحیت کا پلٹ کار استعمال کیا گیا۔ یوں، ساعت کے کنارہ چپڑھائی کا انتظار کیے بغیر، تمام حارجی ہٹ زبردستی بلند یا پست کیے جاسکتے ہیں۔ زبردستی پست کرنے سے دفتر صاف ہو کر  $0000_2$ ، جبکہ زبردستی بلند کرنے سے  $1111_2$  حارج کرتا ہے۔

اس دور میں پلٹ کار کی تعداد  $n$  کر کے  $n$  ہٹ دفتر تشکیل دیا جاسکتا ہے۔ ہر ہٹ کا متم بھی دفتر کے محارج سے دستیاب ہوگا۔ یوں  $B_0$  کا متم  $\bar{B}_0$  مطابقتی پلٹ کار کے  $\bar{Q}$  سے دستیاب ہوگا۔

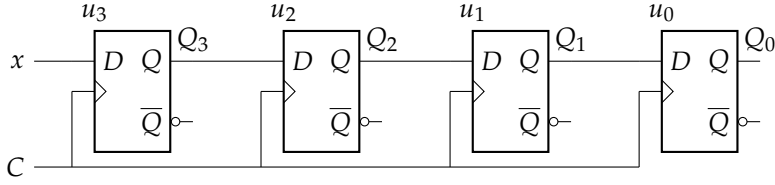


(ب)



(i)

شکل ۱.۷: چار بیت دفتر



شکل ۷.۲: دائیں انتقال دفتر

## ۷.۱ سلسلہ وار دفتر

## ۷.۱.۱ دائیں انتقال دفتر

شکل ۷.۲ میں (سلسلہ وار) دائیں انتقال دفتر پیش ہے، جہاں (متواتر) ایک پلٹ کار کا محارج، دوسرے کامد اخل ہے، اور شنائی مواد،  $x$ ، بائیں (جانب) سے مہیا کیا گیا ہے۔ شکل میں زبردستی پست پن نہیں دکھایا گیا تا کہ اصل مضمون پر توجہ رہے، تاہم تصور کریں ساعت کے پہلے کنارہ چڑھائی سے قبل، تمام پلٹ کار زبردستی پست کیے گئے۔

ساعت کے پہلے کنارہ چڑھائی پر  $u_0$  کو  $Q_1 = 0$ ،  $u_1$  کو  $Q_2 = 0$ ،  $u_2$  کو  $Q_3 = 0$  اور  $u_4$  کو  $x = 1$  مواد منراہم ہے، جنہیں پلٹ کار، ساعت کے کنارہ چڑھائی پر، محارج منتقل کرتے ہیں۔ یوں پہلے کنارہ چڑھائی گزرنے کے بعد  $Q_0 = 0$ ،  $Q_1 = 0$ ،  $Q_2 = 0$  اور  $Q_3 = 1$  ہوگا۔ یاد رہے، ساعت کے کنارہ چڑھائی کے دوران، پلٹ کار گزشتہ حال میں رہتا ہے، اور نیا مواد کنارہ گزرنے کے بعد محارج کو پہنچتا ہے۔ آپ نے دیکھا، یہ دور، مواد کی دائیں رخ نقل مکانی کرتا ہے، جس کی وجہ سے اس کو دائیں انتقال دفتر کہتے ہیں۔

ساعت کے دوسرے کنارہ چڑھائی کے وقت،  $u_0$  کو  $Q_1 = 0$ ،  $u_1$  کو  $Q_2 = 0$ ،  $u_2$  کو  $Q_3 = 1$  اور  $u_4$  کو  $x$  (جو 0 یا 1 ہوگا) مواد منراہم ہے، لہذا ساعت کا دوسرا کنارہ چڑھائی گزرنے کے بعد  $Q_0 = 0$ ،  $Q_1 = 0$ ،  $Q_2 = 1$  اور  $Q_3 = x$  ہوگا۔

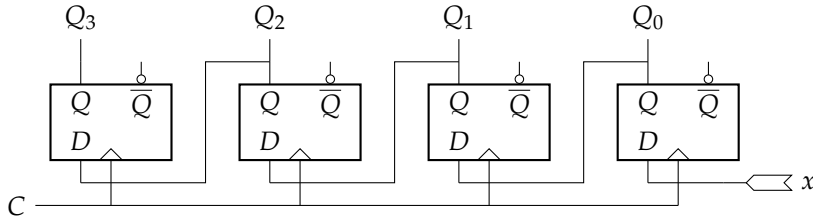
دور کو سلسلہ وار منراہم بائیں سے مواد، سلسلہ وار دائیں پلٹ کے محارج  $Q_0$  سے اسی ترتیب میں حاصل کیا جا سکتا ہے۔

## ۷.۱.۲ بائیں انتقال دفتر

شکل ۷.۳ میں (سلسلہ وار) بائیں انتقال دفتر دکھایا گیا ہے، جو مواد کی بائیں نقل مکانی کرتا ہے۔ اس کی بناوٹ بالکل دائیں انتقال دفتر کی طرح ہے۔ منرق صرف اتنا ہے، بائیں انتقال دفتر میں دایاں پلٹ کار کا محارج پڑوسی دایاں پلٹ کار کامد اخل ہے۔

ساعت کے کنارہ چڑھائی پر دایاں پلٹ کار منراہم کردہ مواد  $x$  کی نقل حاصل کر کے  $Q_0$  پر محارج کرتا ہے۔

shiftregister<sup>r</sup>  
shiftleftregister<sup>r</sup>



شکل ۷.۳: بائیں انتقال دفتر

اگلے کنارہ پر یہ مواد  $Q_1$  کو منتقل ہوگا۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ یہاں مواد دائیں سے منراہم کیا گیا ہے، جو دور میں سے گزرتے ہوئے بائیں منتقل ہوگا۔

### ۷.۱.۳ دائیں و بائیں انتقال دفتر

شکل ۷.۴ میں (سلسلہ وار) بائیں و دائیں انتقال دفتر پیش ہے جو مواد کی بائیں یا دائیں نقل مکانی کی صلاحیت رکھتا ہے۔ محتاج  $Q_2$  پلٹ کار کے مداحل  $D$  اور اس سے منسلک جمع گیٹ اور (دو) ضرب گیٹ پر توجہ رکھیں۔ و تابو اشارہ (بائیں / دائیں) بلند ہونے کی صورت میں، دایاں ضرب گیٹ معذور جبکہ دایاں محباز ہو کر، جمع گیٹ تک  $Q_3$  پہنچاتے ہیں جو  $D$  پر دستیاب اور ساعت کے اگلے کنارہ چڑھائی پر پلٹ کار میں درج ہو کر بطور  $Q_2$  خارج ہوگا۔ یوں مواد  $Q_3$  سے  $Q_2$  یعنی دائیں منتقل ہوا۔ اس کے برعکس و تابو اشارہ پرست ہونے کی صورت میں، دایاں ضرب گیٹ محباز اور دایاں معذور ہو کر، جمع گیٹ تک  $Q_1$  پر موجود مواد پہنچاتے ہیں، جو آخر کار  $Q_2$  پہنچتا ہے، اور یوں مواد بائیں منتقل ہوتا ہے۔

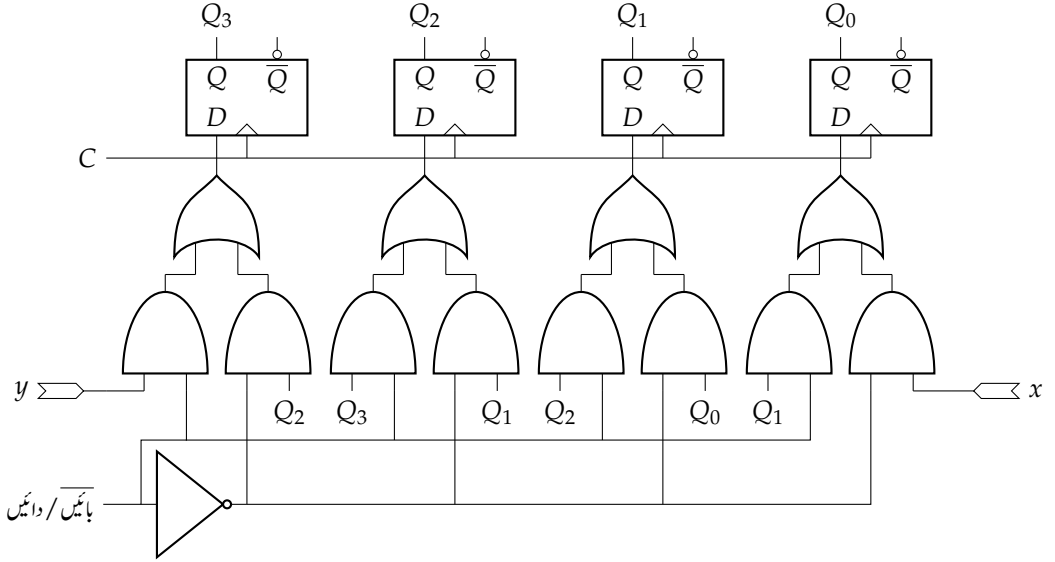
بائیں ترین پلٹ کار کو بیرونی مواد  $y$  جبکہ دائیں ترین کو  $x$  منراہم کیا گیا ہے۔ و تابو اشارہ ان میں سے ایک منتخب کرتا ہے جو مطلوب سمت (دائیں یا بائیں) منتقل ہوگا۔

بائیں نقل مکانی کے دوران  $x$  پر میسر مواد ساعت کے کنارہ چڑھائی پر  $Q_0$  پہنچتا ہے۔ اگلے کنارہ پر یہی مواد  $Q_1$ ، اس سے اگلے پر  $Q_2$  اور آخر میں  $Q_3$  پہنچتا ہے۔ دائیں نقل مکانی کی صورت میں  $y$  پر موجود مواد الٹ رخ  $Q_3$  سے نقل مکانی کرتا ہے۔

### ۷.۲ متوازی بھرائی دفتر

بعض اوقات، دفتر میں بیک وقت مواد چڑھانے کی ضرورت پیش آتی ہے۔ شکل ۷.۵ میں دائیں انتقال، متوازی بھرائی دفتر پیش ہے، جس میں متوازی مواد بیک وقت چڑھانا ممکن ہے۔ یہ مختصر متوازی دائیں انتقال دفتر کہلاتا ہے۔

پلٹ کار کو جمع گیٹ معلومات منراہم کرتا ہے جس کو دو ضرب گیٹ مواد منراہم کرتے ہیں۔ و تابو اشارہ



شکل ۷.۳: بائیں و دائیں انتقال دفتر

بھرائی متوازی عام طور غیر فعال (بند) رکھا جاتا ہے۔ یوں دایاں ضرب گیٹ معذور جبکہ بائیں گیٹ محباز ہو کر، بائیں پلٹ کار کا محباز، جمع گیٹ کے راستے پلٹ کار کو منراہم کرتا ہے، جو ساعت کے اگلے کنارہ چپڑھائی پر پلٹ کار میں درج ہوگا۔

مواد  $z_0$  تا  $z_3$  پلٹ کار میں چپڑھانے کے لئے بھرائی متوازی پست کیا جاتا ہے۔ یوں پلٹ کار کو مواد منراہم کرنے والا بائیں ضرب گیٹ معذور جبکہ دایاں محباز ہوگا۔ محباز گیٹ متوازی مواد کو جمع گیٹ کے راستے پلٹ کار تک پہنچاتا ہے۔

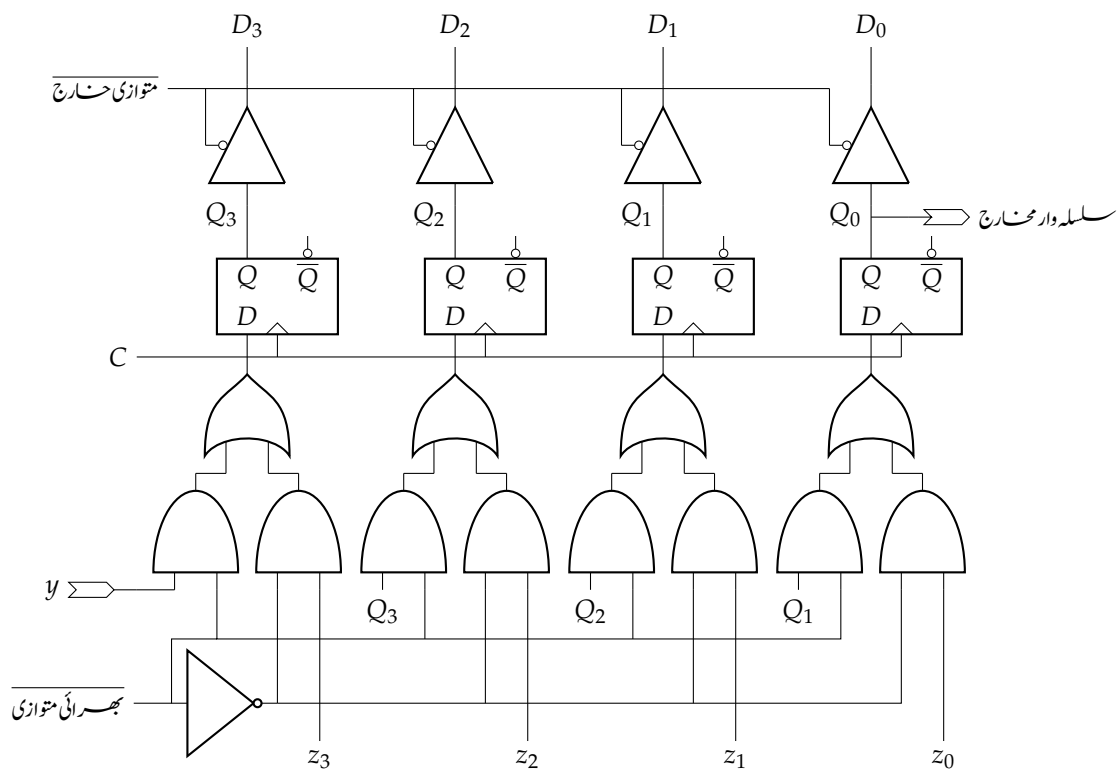
یوں پلٹ کار میں مواد سلسلہ وار ( $y$ ) یا متوازی ( $z_0$  تا  $z_3$ ) بھرا جاسکتا ہے۔

شکل میں پلٹ کار کا محباز، محباز و معذور صلاحیت مستحکم کار سے منسلک کیا گیا ہے۔ فتا بو اشارہ متوازی محباز پست کر کے پلٹ کار کا مواد  $Q_0$  تا  $Q_3$  بطور  $D_0$  تا  $D_3$  حاصل کیا جاسکتا ہے۔ فتا بو اشارہ معذور (بند) ہونے کی صورت میں مستحکم کار کا محباز بند رکاوٹ حال میں ہوگا۔

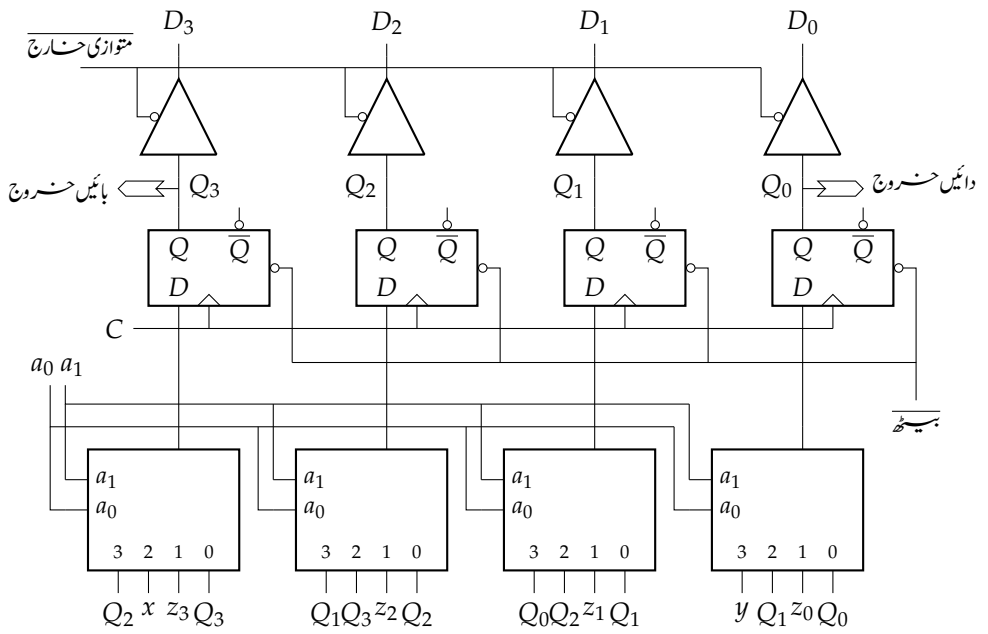
## ۷.۳ عالمگیر انتقال دفتر

ہم مختلف صلاحیت کے دفاتر پر غور کر چکے، جن کی خوبیاں ایک دور میں سمجھنی جاسکتی ہیں۔ ایسا ایک عالمگیر انتقال دفتر شکل ۷.۶ میں پیش ہے۔





شکل ۷.۵: متوازی داین انتقال دفتر



شکل ۷.۶: چاپرٹ، عملگر انتقال دفتر

بائیں انتقال کے دوران مواد  $y$  پر سلسلہ وار داخل<sup>۱</sup> ہو کر آخر کار بائیں خروج<sup>۲</sup> سے سلسلہ وار خارج<sup>۳</sup> ہوگا، جبکہ دائیں انتقال کے دوران مواد  $x$  سے سلسلہ وار داخل ہو کر آخر کار دائیں خروج سے سلسلہ وار خارج ہوگا۔

شکل ۷.۶ میں چار یکساں حصے ہیں، جن کی کارکردگی ایک جیسی ہے۔ دایاں حصہ پر غور کرتے ہیں۔

پلٹ کار کے ساتھ چار سے ایک منتخب کنندہ جوڑا گیا ہے۔ پتہ کے دوپٹ  $a_0$  اور  $a_1$  مداحصل میں سے ایک چن کر خارجی پن پہنچاتے ہیں۔ مداحصل کا انتخاب درج ذیل جدول کے تحت ہوگا۔

$a_1$	$a_0$	$D_0$
0	0	$Q_0$ حال برقرار
0	1	$z_0$ متوازی داخل
1	0	$Q_1$ دائیں انتقال
1	1	$y$ بائیں انتقال

پتہ 002 مواد  $Q_0$  منتخب کر کے پلٹ کار کے مداحصل پر مہیا کرتا ہے جو اگلے کنارہ ساعت پر پلٹ کار کے خارجی پن پر خارج ہوگا۔ یوں دفتر اپنا حال برقرار رکھے گا (اور مواد دائیں یا بائیں منتقل نہیں ہوگا)۔

پتہ 012 مواد  $z_0$  پلٹ کار کو مہیا کرے گا جو ساعت کے اگلے کنارہ ساعت پر  $z_0$  متوازی مہیا کردہ مواد ہے لہذا متوازی مواد دفتر میں چپڑھے گا۔

پتہ 102 پلٹ کار کو  $Q_1$  مہیا کرے گا۔ یوں موجودہ  $Q_1$  ساعت کے اگلے کنارے پر بطور  $Q_0$  نمودار ہوگا۔ یعنی دفتر مواد دائیں منتقل کرے گا۔

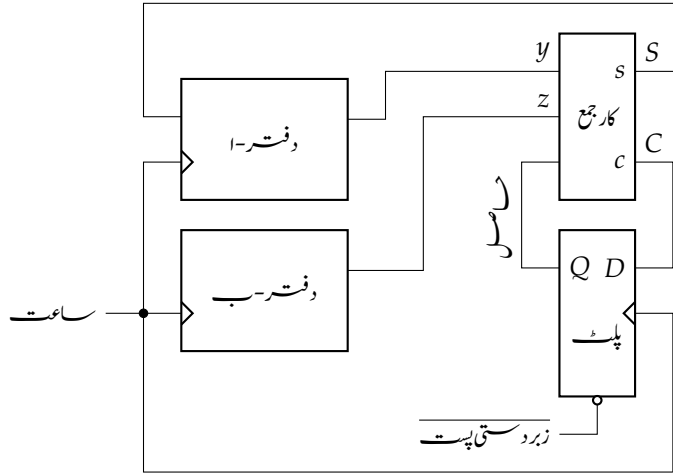
پتہ 112 سلسلہ وار مہیا کردہ مواد  $y$  منتخب کرے گا جو ساعت کے اگلے کنارہ پر بطور  $Q_0$  نمودار ہوگا۔ یوں دفتر مواد بائیں منتقل کرے گا۔

مذکورہ بالا تجزیہ باقی تین حصوں پر لاگو کر کے عالم گیر دفتر کی کارکردگی جدول میں پیش کرتے ہیں۔

$a_1$	$a_0$	$D_3$	$D_2$	$D_1$	$D_0$
0	0	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$ حال برقرار
0	1	$z_3$	$z_2$	$z_1$	$z_0$ متوازی داخل
1	0	$x$	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$ دائیں انتقال
1	1	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$y$ بائیں انتقال

مشق ۷.۱: اسٹریٹ سے عالم گیر انتقال دفتر 74194 کے معلوماتی صفحات حاصل کریں۔ یہ کتنے پٹ کا عالم گیر انتقال دفتر ہے؟

serialin<sup>۱</sup>  
output<sup>۲</sup>  
serialout<sup>۳</sup>



شکل ۷.۷: متعدد بٹ سلسلہ وار شنائی جمع کار

## ۷.۴ سلسلہ وار شنائی جمع کار

صفحہ ۱۶۷ پر شکل ۶.۲۴ میں سلسلہ وار شنائی جمع کار پیش ہے جس کو استعمال کر کے شکل ۷.۷ میں پیش متعدد بٹ سلسلہ وار شنائی جمع کار<sup>۹</sup> حاصل کیا گیا۔ یہاں  $n$  بٹ متوازی دائیں انتہتال دفتر (ا اور ب) مستعمل ہیں۔

ساعت کے پہلے کنارے سے قبل (یعنی مجموعہ لینے سے قبل)، دفتر-۱ میں شنائی عدد  $y$ ، دفتر-۲ میں شنائی عدد  $z$  متوازی منتقل کیے جاتے ہیں اور زبردستی پست اشارہ لمحاتی پست کر کے ڈی پلاٹ کار پست کیا جاتا ہے (تاکہ مکمل جمع کار کا داخلی حاصل 0 ہو)۔ شکل میں متوازی چپڑھائی نہیں دکھائی گئی تاکہ اصل موضوع پر توجہ رہے۔

مکمل جمع کار ان دو شنائی اعداد کے کم تر ترتیبی بٹ اور داخلی حاصل 0 جمع کر کے جمع  $s_0$  اور حنارجی حاصل  $c_1$  حنارج کرتا ہے۔ ساعت کے پہلے کنارے پر  $c_1$  کو ڈی پلاٹ کار محفوظ کر کے اگلے شنائی بٹ کی جمع کے دوران مکمل جمع کار کو بطور داخلی حاصل منراہم کرتا ہے جبکہ دفتر-۱ اور دفتر-۲ اگلے شنائی بٹ منراہم کرتے ہیں۔ جمع  $s_0$  شکل میں دفتر-۱ کو سلسلہ وار مداخل کے طور مہیا کیا گیا ہے۔ یوں جیسے جیسے دفتر شنائی عدد  $y$  دائیں جانب حنارج کرتا ہے ویسے ویسے اس کی جگہ دو اعداد کا مجموعہ جگہ لیتا ہے۔ ساعت کے  $n$  کنارے گزرنے کے بعد دو شنائی اعداد کا مجموعہ دفتر-۱ میں محفوظ ہو گا جہاں سے اسے متوازی پڑھا جاسکتا ہے جبکہ مجموعے کا آخری حاصل مکمل جمع کار کے حنارج  $c$  سے پڑھا جاسکتا ہے۔

## سوالات

سوال ۷.۱: چار ہٹ سلسلہ وار دائیں منتقل دفتر میں ابتدائی شنائی مواد 1011 موجود ہے۔ دفتر کا محارج اسی دفتر کو بطور مداحل مہیا کیا جاتا ہے۔ سات ساعت کے کنارے گزرنے کے بعد دفتر میں کیا عدد ہوگا؟

جواب: 0111

سوال ۷.۲: گزشتہ سوال میں دائیں منتقل دفتر کے بجائے بائیں منتقل دفتر استعمال کرتے ہوئے جواب معلوم کریں۔

جواب: 1101

سوال ۷.۳: گزشتہ دو سوالات میں ساعت کے ہر کنارے پر دفتر میں شنائی عدد معلوم کریں۔

سوال ۷.۴: آٹھ ہٹ سلسلہ وار دائیں منتقل دفتر کا محارج چار ہٹ سلسلہ وار دائیں منتقل دفتر کو بطور مداحل فراہم کیا جاتا ہے۔ آٹھ ہٹ دفتر میں ابتدائی مواد 10110110 پایا جاتا ہے اور اسے 1010 (کتر ہٹ سے آغاز کر کے) فراہم کیا جاتا ہے۔ ساعت کے چار کنارے گزرنے کے بعد ان دفتر میں کیا اعداد پائے جائیں گے؟

جواب: 0110، 10101010

سوال ۷.۵: گزشتہ سوال میں بائیں منتقل دفتر استعمال کرتے ہوئے جواب حاصل کریں۔ چار ہٹ مداحل کا بلند تر ہٹ پہلے فراہم کیا جاتا ہے۔

جواب: 1011، 01101010

سوال ۷.۶: آٹھ ہٹ کے دو عدد بائیں انتقال دفتر استعمال کرتے ہوئے سولہ ہٹ کا بائیں انتقال دفتر حاصل کریں۔ سوال ۷.۷: شکل ۷.۷ میں سلسلہ وار شنائی جمع کار دکھایا گیا ہے۔ آٹھ ہٹ دفتر میں 11001010 اور آٹھ ہٹ دفتر میں 11100001 پایا جاتا ہے۔ تصور کریں زبردستی پست لحتاتی پست کرنے کے بعد ساعت کے آٹھ کنارے گزرتے ہیں۔ ساعت کا ہر کنارہ گزرنے کے بعد دفتر میں کیا مواد موجود ہوگا؟

جواب: پہلے کنارے کے بعد دفتر میں 11100101 ہوگا۔ آخری کنارے کے بعد  $C = 1$  اور دفتر میں 10101011 ہوگا۔

سوال ۷.۸: سلسلہ وار شنائی جمع کار سے سلسلہ وار شنائی منفی کار حاصل کریں۔ منفی کردہ عدد کا مکملہ دفتر میں متوازی لکھنا بھی دکھائیں۔

## باب ۸

### گنت کار

شنائی گنت کار آپ دیکھ چکے ہیں۔ گنت کار کا بنیادی مقصد داخلی برقی اشارے کی گنتی کرنا ہے۔ برقی اشارہ اسے بطور ساعت یا سادہ مداحل کے طور پر مہیا کیا جاتا ہے۔

وہ دفتر جس کے خارجی برقی اشارات شنائی گنتی کے تحت ترتیب وار حال تبدیل کرتے ہوں **ثنائی گنتے کار** کہلاتا ہے۔ وہ دفتر جس کے خارجی اشارات اعشاری گنتی کے تحت ترتیب وار حال تبدیل کرتے ہوں **اعشاری گنتے کار** کہلاتا ہے۔

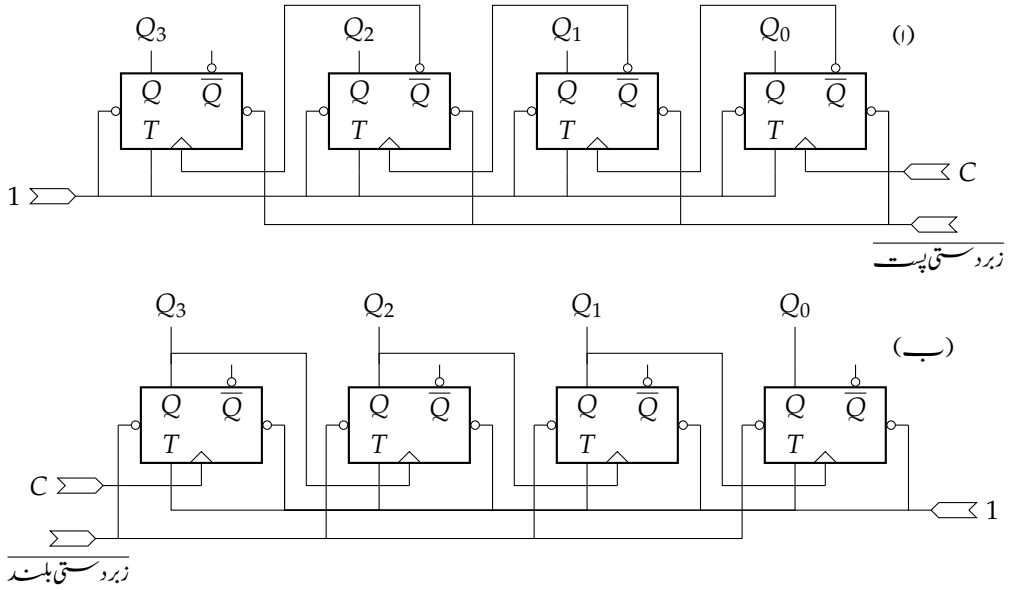
ان کے علاوہ، کوئی بھی دور جو کسی متعین ترتیب کے تحت متواتر حال تبدیل کرتا ہو گنت کار کہلائے گا۔ گنت کار ادوار پر اس باب میں غور کیا جائے گا۔

#### ۸.۱ شنائی گنت کار

چار بت شنائی سیدھی گنتی  $0000_2$  تا  $1111_2$  ممکن ہے۔ اسی طرح الٹی گنتی  $1111_2$  سے شروع ہو کر  $0000_2$  پر ختم ہوگی۔ دونوں صورتوں میں گنتی پوری ہونے کے بعد عموماً دوبارہ نئے سرے سے شروع کی جاتی ہے۔ شکل ۸.۱-الف میں چار بتے **ثنائی سیدھا گنتے کار**<sup>۱</sup> اور شکل-ب میں چار بتے **ثنائی الٹے گنتے کار**<sup>۲</sup> پیش ہیں۔ ان کی بناوٹ ملتی جلتی ہے۔

**ثنائی گنتے کار**<sup>۳</sup> آپ پہلے بھی دیکھ چکے ہیں۔ سیدھے گنتے کار میں زبردستی بلند کو بلند (1) یعنی غیر فعال رکھا جاتا ہے۔ گنتی شروع کرنے سے قبل زبردستی پست کو لمحاتی پست (0) کر کے گنتی (کی ابتدائی قیمت)

<sup>۱</sup>electricalsignal  
<sup>۲</sup>fourbitbinaryupcounter  
<sup>۳</sup>fourbitbinarydowncounter  
<sup>۴</sup>binarycounter



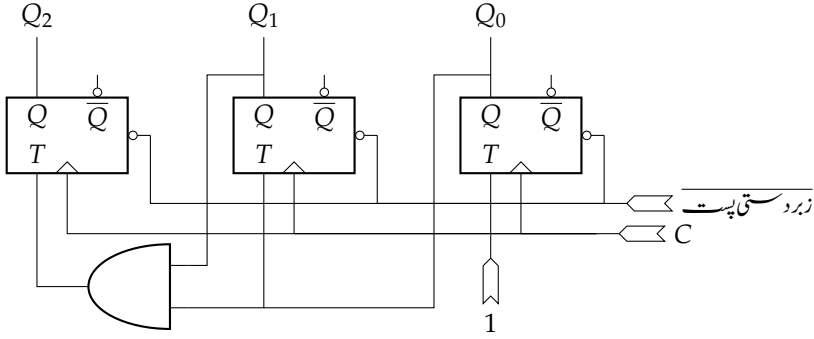
شکل ۸.۱: (ا) سیدھا گنت کار؛ (ب) الٹ گنت کار۔

0000<sub>2</sub> کی جاتی ہے۔ گنتی کے دوران کسی بھی وقت زبردستی پست اشارہ پست کر کے گنتی دوبارہ صفر سے شروع کی جاسکتی ہے۔

الٹے گنتی کار میں زبردستی پست کو غیر فعال رکھا جاتا ہے جبکہ زبردستی بلند اشارے کو گنتی شروع کرنے سے قبل لمباتی فعال کر کے گنتی 1111<sub>2</sub> سے شروع کی جاتی ہے۔ گنتی کے دوران کسی بھی وقت اس اشارے کو پست کر کے گنتی دوبارہ 1111<sub>2</sub> سے شروع کی جاسکتی ہے۔

سیدھے گنت کار کو مثال بناتے ہوئے ایک اہم صورت حال پر غور کرتے ہیں۔ شکل میں بیاں ترین پلٹ، ساعت کے (ہر) کنارہ چپڑھائی پر حال تبدیل کرتا ہے۔ ساعت کے کنارہ چپڑھائی کے کچھ دیر بعد Q<sub>3</sub> حال تبدیل کرے گا۔ اس دوران پلٹ کا دورانیہ رد عمل کہتے ہیں۔ یوں اگلے پلٹ کو، جسے Q<sub>3</sub> بطور ساعت منراہم کیا گیا ہے، حال تبدیل کرنے کا خبر اصل ساعت (کے کنارہ چپڑھائی) سے کچھ دیر بعد پہنچتا ہے۔ اس پلٹ کو بھی محارج (Q<sub>2</sub>) تبدیل کرنے کے لئے پلٹ کے دورانیہ رد عمل جتنا وقت درکار ہوگا۔ اسی طرح اس سے اگلے پلٹ کو، جسے Q<sub>2</sub> بطور ساعت منراہم کیا گیا ہے، حال تبدیل کرنے کا اشارہ، اصل ساعت (کے کنارہ چپڑھائی) سے دورانیہ رد عمل کے دگنے وقت کے برابر تاخیر سے ملے گا۔

آپ دیکھ سکتے ہیں اس دور میں تمام پلٹوں کے محارج بیک وقت تبدیل نہیں ہوں گے بلکہ محارج کی تبدیلی بائیں پلٹ سے شروع ہوتی ہے اور بدستور دائیں جانب بڑھتی ہے۔ محارج کی تبدیلی اس دور میں لہر کی طرح گزرتی



شکل ۸.۲: معاصر شانی گنت کار

ہے۔ یوں اس طرح ادوار کو لہریا گنتے کار<sup>۱</sup> کہتے ہیں۔ یوں موجودہ دور لہریا شانی گنتے کار<sup>۲</sup> کہلاتا ہے۔ عین ممکن ہے کہ آخری پلٹ ستاعت کی خبر پہنچنے سے قبل ستاعت کا نیا اشارہ پہلی پلٹ کو ملے۔ یوں آخری پلٹ گزشتہ ستاعت گنتے کے مطابق جبکہ پہلی پلٹ نئی ستاعت گنتے کے مطابق ہو گا اور گنتی عطا ہو گی۔ متعدد پلٹ پر مبنی لہریا گنت کار میں اس مسئلہ کی توقع رکھیں۔ معاصر گنت کار اس مسئلہ سے پاک ہیں۔ آئیں ان پر غور کرتے ہیں۔

## ۸.۲ معاصر گنت کار

معاصر گنتے کار میں تمام پلٹ کو ایک ہی ستاعت مہیا کی جاتی ہے لہذا تمام پلٹ، سیکوئٹ نیا حال اختیار کرتے ہیں۔ ان ادوار میں ہر پلٹ کے مداحصل پر ترکیبی دور نصب کر کے، اسے اگلی ستاعت کے کنارے پر، بلند یا پست ہونے کا اشارہ مہیا کیا جاتا ہے۔ پلٹ اگلی ستاعت کے کنارے پر اس اشارے کے مطابق حال اختیار کرتا ہے۔ یہ فیصلہ کہ اگلی ستاعت پر پلٹ بلند یا پست حال اختیار کرے گا، دور کے موجودہ حال کو دیکھ کر کیا جاتا ہے۔ اس طریق کار کو چند مثالوں سے سمجھتے ہیں۔

### ۸.۲.۱ معاصر شانی گنت کار

تین بٹے معاصر شانی گنتے کار<sup>۳</sup> شکل ۸.۲ میں پیش ہے۔ مخارج  $Q_0$  کمتر ترتیب جبکہ  $Q_2$  بلند ترتیب ہے۔ اس دور کی بناوٹ سیکھتے ہیں۔

جدول ۸.۱ میں موجودہ حال کی قطار میں تین بٹ شانی گنتی لکھی گئی ہے جو کسی بھی لمحے پلٹ کا موجودہ حال پیش کرتی

<sup>۱</sup> ripple counter

<sup>۲</sup> binary ripple counter

<sup>۳</sup> three bits synchronous counter



جدول ۸.۱: معاصر شائنی گنت کار کے حال

موجودہ حال			اگلا حال			مداخلہ		
$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$T_2$	$T_1$	$T_0$
0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	0	0	1	1
0	1	0	0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	0	0	1	1	1
1	0	0	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	0	0	1
1	1	1	0	0	0	1	1	1

جدول ۸.۲: ٹی پلٹ کی کارکردگی

$$\frac{T \quad Q_{n+1}}{0 \quad \frac{Q_n}{Q_n}}$$

ہے۔ موجودہ حال استعمال کرتے ہوئے باقی جدول حاصل ہو گا۔ جدول کی پہلی صف پر غور کریں جہاں موجودہ گنتی یا موجودہ حال  $000_2$  ہے۔ ہم چاہتے ہیں کہ اگلا عدد  $001_2$  ہو، لہذا اگلے حال کی پہلی صف میں ہم  $001_2$  لکھتے ہیں۔ آخری صف میں موجودہ حال  $111_2$  ہے۔ تین بٹ استعمال کرتے ہوئے یہیں تک گنتی ممکن ہے۔ اس آخری گنتی تک پہنچ کر ہم دوبارہ  $000_2$  سے گنتی شروع کرتے ہیں، لہذا آخری صف میں اگلا حال  $000_2$  ہو گا۔ یوں موجودہ حال کی دوسری صف درحقیقت اگلے حال کی پہلی صف ہو گی۔ اسی طرح موجودہ حال کی تیسری صف اگلے حال کی دوسری صف ہو گی، اور موجودہ حال کی پہلی صف اگلے حال کی آخری صف ہو گی۔

پہلی صف کے مستر تہی بٹ  $Q_0$  پر غور کرتے ہیں۔ اس بٹ کی موجودہ قیمت کو موجودہ حال  $Q_0$  ظاہر کرتا ہے جو 0 ہے جبکہ اس کی اگلی قیمت اگلا حال  $Q_0$  ظاہر کرتا ہے جو 1 ہے۔ ٹی پلٹ استعمال کرتے ہوئے ساعت کے کنارہ چڑھائی پر پلٹ کا حال 0 سے 1 کرنے کی خاطر پلٹ کے مخارج  $T_0$  کو بلند کرنا ہو گا۔ یہ معلومات جدول ۸.۲ سے حاصل کی گئی۔ یوں جدول میں مداخلہ کا خائنہ بنا کر اس کی پہلی صف میں  $T_0$  کی قیمت 1 لکھتے ہیں۔

اسی (پہلی) صف میں اگلے بٹ  $Q_1$  پر غور کرتے ہیں۔ اس بٹ کی موجودہ قیمت 0 ہے اور اس کی اگلی قیمت بھی 0 ہے، لہذا ساعت کے اگلے کنارے پر ہم نہیں چاہتے کہ یہ پلٹ اپنا حال تبدیل کرے۔ یوں اس پلٹ کے مداخلہ  $T_1$  کو پست رکھنا ہو گا۔ اس طرح  $T_1$  کے خانے میں 0 لکھا جائے گا۔ اسی طرز پر تمام صفوں کے تمام مداخلہ کے لئے جدول کے خانے پُر کیے گئے ہیں۔

دور بنانے کے لئے جدول ۸.۱ میں مداخلہ کی قطار استعمال ہو گی جس سے مجموعہ ارکان ضرب کی ترکیب سے درج

		$Q_1 Q_0$			
		00	01	11	10
$Q_2$	0			1	
	1			1	

$T_2 = Q_1 Q_0$

		$Q_1 Q_0$			
		00	01	11	10
$Q_2$	0		1	1	
	1		1	1	

$T_1 = Q_0$

		$Q_1 Q_0$			
		00	01	11	10
$Q_2$	0	1	1	1	1
	1	1	1	1	1

$T_0 = 1$

شکل ۸.۳: تین بٹ معاصر گنت کار کی سادہ مساواتیں

ذیل مساوات لکھے جاسکتے ہیں۔

$$\begin{aligned}
 T_0 &= 1 \\
 T_1 &= \overline{Q_2} \overline{Q_1} Q_0 + \overline{Q_2} Q_1 Q_0 + Q_2 \overline{Q_1} Q_0 + Q_2 Q_1 Q_0 \\
 T_2 &= \overline{Q_2} Q_1 Q_0 + Q_2 Q_1 Q_0
 \end{aligned}
 \tag{۸.۱}$$

یہ مساوات موجودہ حال کی قیمتیں مد نظر رکھ کر لکھی گئی ہیں۔ جدول ۸.۱ میں موجود مواد سے شکل ۸.۳ میں پیش

کارنامہ گفتوں کی مدد سے درج ذیل سادہ مساواتیں حاصل کی گئی ہیں۔

$$\begin{aligned} T_0 &= 1 \\ T_1 &= Q_0 \\ T_2 &= Q_1 Q_0 \end{aligned} \quad (۸.۲)$$

شکل ۸.۲ میں تین پلاٹوں کو مساوات ۸.۲ سے حاصل برقی اشارات بطور مداحصل منراہم کر کے نتیجے بڑے معاصر ثنائی گنتے کار حاصل کیا گیا ہے۔

جدول ۸.۱ دیکھ کر بھی مساوات ۸.۲ حاصل کی جاسکتی ہیں۔ اس جدول پر غور کرنے سے دیکھا جاسکتا ہے کہ  $Q_0$  ہر ساعت کے کنارے پر تبدیل ہوتا ہے۔  $T_0$  پر 1 مہیا کرنے سے یہی حاصل ہوگا (جو مساوات ۸.۲ کا پہلا اجزو ہے)۔ جدول میں جب بھی  $Q_0$  کی قیمت 1 ہو، اگلی ساعت کے کنارے پر  $Q_1$  کی قیمت تبدیل ہوتی ہے، جو  $T_1$  کو  $Q_0$  منراہم کرنے سے حاصل ہوگا (یہ درج بالا مساوات کا دوسرا اجزو ہے)۔ اسی طرح جدول میں جب بھی  $Q_0$  اور  $Q_1$  کی قیمتیں بیک وقت 1 ہوں، اگلی ساعت کے کنارے پر  $Q_2$  کی قیمت تبدیل ہوتی ہے۔ یوں  $T_2$  کو  $Q_1 Q_0$  منراہم کرنا ہوگا (درج بالا مساوات کا تیسرا اجزو)۔ متعدد پٹ ثنائی گنتی پر غور کرنے سے دیکھا جاسکتا ہے کہ کوئی بھی منراج، ساعت کے اگلے کنارے، تب حال تبدیل کرتا ہے جب اس سے کمتر تمام منراج کی قیمتیں بیک وقت 1 ہوں۔ یوں چار بڑے معاصر ثنائی گنتے کار  $10$  کے لئے درج ذیل ہوگا۔

$$\begin{aligned} T_0 &= 1 \\ T_1 &= Q_0 \\ T_2 &= Q_1 Q_0 \\ T_3 &= Q_2 Q_1 Q_0 \end{aligned} \quad (۸.۳)$$

### ۸.۲.۲ ثنائی مرموز اعشاری معاصر گنت کار

گزشتہ حصے میں تین پٹ ثنائی گنت کار پر غور کیا گیا، جو  $2^{000}$  تا  $2^{111}$  گنتی کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے۔ چار پٹ ثنائی گنت کار  $2^{0000}$  تا  $2^{1111}$  ثنائی گنتی کر سکتا ہے۔ چار پٹ ثنائی گنت کار کو  $2^{0000}$  تا  $2^{1001}$  گنتی کرنے کا پابند بنانے سے ثنائی مرموز اعشاری گنتے کار<sup>۹</sup> حاصل ہوگا، جس پر اس حصے میں غور کیا جائے گا۔

جدول ۸.۳ میں ثنائی مرموز اعشاری گنت کار کے حال پیش ہیں۔ جدول میں مختار  $y$  کی قطار کا اضافہ کیا گیا ہے۔ منراج  $y$  منصر سے نو تک گنتی پوری ہونے پر ساعت کے ایک دوری عرصہ  $12$  کے لئے بلند ہوتا ہے۔ ہم آگے دیکھیں گے کہ  $y$  استعمال کرتے ہوئے متعدد اعشاری ہندسوں کے گنت کار تخلیق دیے جاتے ہیں۔

<sup>۹</sup>threebitsynchronousbinarycounter  
<sup>۱۰</sup>fourbitsynchronousbinarycounter  
<sup>۱۱</sup>BCDdecimalcounter  
<sup>۱۲</sup>timeperiod

$Q_3 Q_2 \backslash Q_1 Q_0$		$Q_1 Q_0$			
		00	01	11	10
$Q_3 Q_2$	00			1	
	01			1	
	11			$d$	$d$
	10	$d$	$d$	$d$	$d$

$$T_2 = Q_1 Q_0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$		$Q_1Q_0$			
		00	01	11	10
$Q_3Q_2$	00				
	01			1	
	11		1	$d$	$d$
	10	$d$	$d$	$d$	$d$

$$T_3 = Q_3 Q_0 + Q_2 Q_1 Q_0$$

$Q_3Q_2 \backslash Q_1Q_0$		$Q_1Q_0$			
		00	01	11	10
$Q_3Q_2$	00	1	1	1	1
	01	1	1	1	1
	11	1	1	$d$	$d$
	10	$d$	$d$	$d$	$d$

$$T_0 = 1$$

$Q_3 Q_2 \backslash Q_1 Q_0$		00	01	11	10
00		1	1		
01		1	1		
11			$d$	$d$	
10	$d$	$d$	$d$	$d$	

$$T_1 = \bar{Q}_3 Q_0$$

		$Q_1 Q_0$			
		00	01	11	10
$Q_3 Q_2$	00				
	01				
	11		1	$d$	$d$
	10	$d$	$d$	$d$	$d$

$$y = Q_3 Q_0$$

جدول ۸.۳: ثنائی سرموز اعشاری گنت کار کے حال

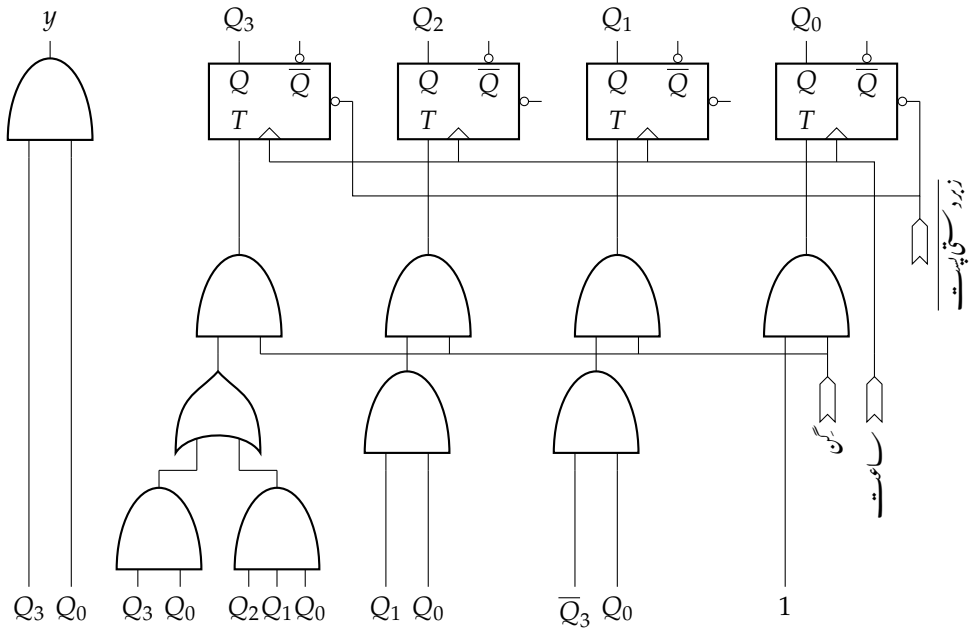
موجودہ حال				اگلا حال				مخرج	مداحل			
$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$Q_3$	$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$y$	$T_3$	$T_2$	$T_1$	$T_0$
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	1

اس جدول میں  $1010_2$  تا  $1111_2$  ترتیب استعمال نہیں ہوتے، لہذا اکارتانف نقشوں کی مدد سے پلٹوں کے مداحل  $T_0$  تا  $T_3$  اور مخرج  $y$  کی سادہ مساوات حاصل کرتے وقت انہیں **غیر ضروری حال** تصور کیا جاتا ہے۔ شکل ۸.۴ میں درج ذیل سادہ مساوات حاصل کرنا دکھایا گیا ہے۔

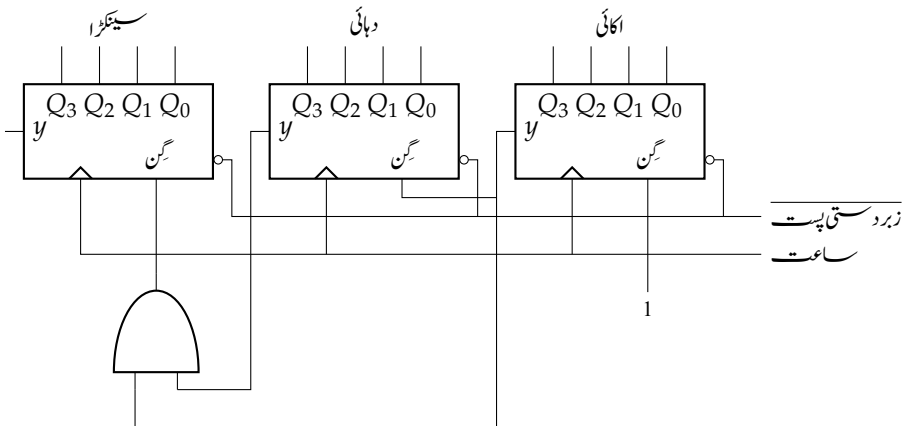
$$\begin{aligned}
 T_0 &= 1 \\
 T_1 &= \overline{Q}_3 Q_0 \\
 T_2 &= Q_1 Q_0 \\
 T_3 &= Q_3 Q_0 + Q_2 Q_1 Q_0 \\
 y &= Q_3 Q_0
 \end{aligned}
 \tag{۸.۴}$$

ان مساوات سے حاصل دور شکل ۸.۵ میں پیش ہے، جہاں تمام پلٹ کے مداحل پر اضافی ضرب گیٹ نصب کر کے گنتی شروع اور روکنے کی اضافی صلاحیت بھی پیدا کی گئی ہے۔ ان اضافی ضرب گیٹوں کو برقی اشارہ **گنت** مہیا کیا گیا ہے۔ یہ اشارہ بلند ہونے کی صورت میں دور گنتی کرتا ہے اور اشارہ پست ہونے کی صورت میں گنتی روکتا ہے۔

شکل ۸.۶ میں تین درجی دور بنایا گیا ہے جو  $000_{10}$  تا  $999_{10}$  گنتی کرتا ہے۔ اسے بنانے کی خاطر تین عدد **ثنائی سرموز اعشاری گنت کار** (شکل ۸.۵) استعمال کیے گئے۔ اسی طرح مزید درجہ جات جوڑ کر درکار ہندسوں کا گنت کار بنایا جاتا ہے۔ اکائیوں کی گنتی  $9_{10}$  کو پہنچنے پر اکائی گنت کار بلند  $y$  مخرج کرتا ہے جو دہائی گنت کار کے **گنت** مداحل کو مندرہم کیا گیا ہے۔ یوں ساعت کے اگلے کنارے پر دہائی کی گنتی میں 1 کا اضافہ ہوگا۔ اسی طرح  $99_{10}$  کو پہنچنے پر سینکڑا گنت کار کا **گنت** مداحل بلند ہوگا اور اگلے کنارہ ساعت پر سینکڑا کی گنتی میں 1 کا اضافہ ہوگا۔



شکل ۸.۵: شنائی مسر موز اعشاری معاصر گنت کار



شکل ۸.۶: ۰۰۰<sub>۱۰</sub> تا ۹۹۹<sub>۱۰</sub> معاصر گنت کار

اس دور کی کار کردگی کچھ یوں ہے۔ گنتی شروع کرنے سے قبل زبردستی پست کو لمبائی پست کر کے گنتی  $000_{10}$  کر دی جاتی ہے۔ ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر اکائی ہندسے کی گنتی بتدریج بڑھتی ہے؛ اکائی درجے کا محارج  $y$  پست رہتا ہے جو دہائی اور سینکڑا کی گنتی روک کر رکھتا ہے۔ گنتی  $009_{10}$  تک پہنچنے ہی اکائی درجہ کا محارج  $y$  ایک دوری عرصہ کے لئے بلند ہو گا۔ یوں اگلے ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر اکائی درجہ کا ہندسہ  $9_{10}$  سے  $0_{10}$  ہو جائے گا، جبکہ دہائی درجہ کا ہندسہ  $0_{10}$  سے بڑھ کر  $1_{10}$  ہو جائے گا اور اسی وقت اکائی کا محارج  $y$  واپس پست حال اختیار کرے گا۔ یوں اس سے اگلے ساعت کے کنارے پر صرف اکائی درجہ کی گنتی چالورہتی ہے جبکہ دہائی اور سینکڑا کی گنتی رکی رہتی ہے۔ اسی طرح  $099_{10}$  کے بعد اکائی اور دہائی درجہ کی محارج  $y$  بلند ہوتے ہیں جس کی وجہ سے اگلے ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر سینکڑا  $0_{10}$  سے بڑھ کر  $1_{10}$  ہو جائے گا جبکہ اکائی اور دہائی درجہ کی محارج  $9_{10}$  سے  $0_{10}$  ہو جائیں گے اور ساتھ ہی ان کے محارج  $y$  دوبارہ پست ہو جائیں گے۔

مشق ۸.۱: انٹرنیٹ سے 7493 اور 4516 کے معلوماتی صفحات حاصل کریں۔ انہیں استعمال کرتے ہوئے متعدد گنت کار تحقیق دیں۔

### ۸.۳ دیگر گنت کار

#### ۸.۳.۱ متغیر لمبائی گنت کار

چارپٹ شنائی گنت کار  $0000_2$  تا  $1111_2$  گنتی کرتا ہے۔ متوازی دخول استعمال کر کے اس کو دو اعداد کے بیچ گنتی کرنے پر مجبور کیا جاسکتا ہے۔ ایسے گنت کار کو ہم متغیر لمبائی گنتی کار کہیں گے۔ جس عدد سے گنتی کا آغاز کرنا ہو وہ عدد دور کو متوازی منراہم کیا جاتا ہے اور جہاں گنتی کا اختتام کرنا ہو وہاں پہنچ کر دور کو مجبور کیا جاتا ہے کہ وہ دوبارہ متوازی منراہم کر دہ عدد داخل کر کے گنتی از سرے نو شروع کرے۔

چارپٹ معاصر شنائی گنت کار مثال بناتے ہوئے  $0110_2$  سے  $1100_2$  تک گنتی کرنے والا گنت کار بناتے ہیں، جو شکل ۸.۷ میں پیش ہے۔ نقطہ دار مستطیل میں مساوات ۸.۲ سے حاصل دور دکھایا گیا ہے، البتہ یہاں ہر پلٹ کے ساتھ اضافی دو ضرب گیٹ اور ایک جمع گیٹ جوڑ کر متوازی دخول کی صلاحیت پیدا کی گئی ہے۔

اس دور میں ابتدائی عدد، جس کو  $A_3A_2A_1A_0$  سے ظاہر کیا گیا ہے اور جس کی قیمت  $0110_2$  ہے، متوازی داخل کیا جاتا ہے۔ اختتامی عدد  $1100_2$  ہے۔ ایک ضرب متمم دور دو جمع گیٹ پر مشتمل دور اختتامی عدد کو پہچان کر نفی گیٹ کا مد داخل پست کرتا ہے اور یوں ساعت کے اگلے کنارے پر  $0110_2$  دور میں متوازی داخل ہو گا۔ اس طرح گنت کار  $0110_2$  اور  $1100_2$  کے بیچ گنتی کرتا ہے۔





جدول ۸.۴: بے ترتیب گنت کار، برائے مشق ۸.۲

موجودہ حال		
$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$
1	0	1
0	1	1
1	1	0
0	1	0
1	0	0
0	0	0
0	0	1

دور میں  $0110_2$  پہلی مرتبہ داخل کرنے کا طریقہ نہیں دکھایا گیا۔

### ۸.۳.۲ بے ترتیب گنت کار

معاصر شنائی گنت کار پر بحرث کے دوران جدول ۸.۱ پیش کیا گیا۔ اس جدول کے موجودہ حال خانوں میں  $000_2$ ،  $001_2$ ،  $011_2$ ، وغیرہ پڑ کر کے باقی جدول حاصل کیا گیا۔ یوں حاصل گنت کار  $000_2$  سے بتدریج بڑھتے ہوئے  $111_2$  تک گنتا ہے۔

یہ ضروری نہیں کہ گنت کار عام فہم گنتی کی ترتیب میں ہی گنتے۔ موجودہ حال صفوں میں کوئی بھی ترتیب لکھی جا سکتی ہے۔ فقط اتنا خیال رکھنا ضروری ہے کہ ہر صف میں منفرد عدد دکھا جائے۔ باقی جدول ان اندراج کے مطابق پورا کرنے سے ایسا گنت کار حاصل ہو گا جو موجودہ حال صفوں میں لکھے گئے اعداد کے مطابق گنتی کرے گا۔ ہم اس کو بے ترتیب گنتے کار پکار سکتے ہیں۔

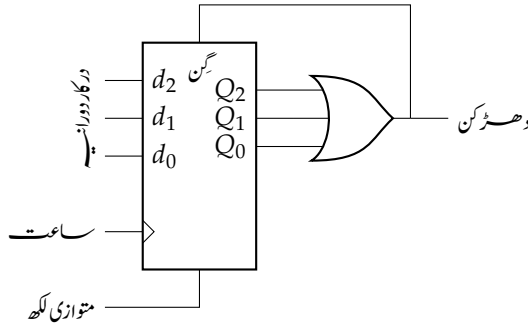
مشق ۸.۲: ایسا بے ترتیب گنتے کار تخلیق دیں جو جدول ۸.۴ میں پیش اعداد کی ترتیب کے مطابق گنتا ہو۔ یہ گنت کار  $101_2$  سے آغاز کرے گا۔ پہلی ساعت پر  $011_2$  اور دوسری ساعت پر  $110_2$  دے گا اور  $001_2$  تک پہنچنے کے بعد دوبارہ  $101_2$  سے گنتا شروع کرے گا۔



$Q_3Q_2$	$Q_1Q_0$			
	00	01	11	10
00	d	1	d	0
01	0	d	d	d
11	d	d	d	d
10	0	d	d	d

$T_3 = Q_0$

شکل ۸.۹: چھلا گنت کار کے مداحصل  $T_3$  کا حصول۔



شکل ۸.۱۰: دھڑکن پیدا کار

### ۸.۳.۴ دھڑکن پیدا کار

بعض اوقات ہمیں مقررہ دورانیہ کا بلند یا پست اشارہ درکار ہوتا ہے۔ تین بٹ کا معاصر ثنائی الٹ گنت کار استعمال کرتے ہوئے ایسا دور تشکیل دینے کا تصور پیش کرتے ہیں۔ اس دور کو ہم دھڑکن پیدا کار<sup>۱۵</sup> کہیں گے۔

تین بٹ الٹ گنت کار  $111_2$  تا  $000_2$  دہراتا ہے۔ شکل ۸.۱۰ میں متوازی دخول صلاحیت رکھنے والا تین بٹ الٹ گنت کار استعمال کیا گیا ہے جو اس دوران گنتی کرے گا جب مداحصل گنت بلند ہو۔ اس دور کو تین بٹ بطور درکار دورانیہ منراہم کیے جاتے ہیں، جو متوازی لکھ مداحصل لحتائی بلند کرنے سے گنت کار میں لکھ جاتے ہیں۔ جب تک گنت کار کے تینوں خارجی بٹ بیک وقت پست<sup>۱۶</sup> نہ ہوں جمع گیٹ بلند رہتا ہے لہذا گنت کار الٹ

<sup>۱۵</sup> pulse generator

<sup>۱۶</sup> یہ دور لرزش کا شکار ہو سکتا ہے جس سے بچنے کی بات ہم یہاں نہیں کرتے۔ باب ۱۱ میں لرزش پر تفصیلاً غور کیا جائے گا۔

گنتی جاری رکھے گا۔ جیسے ہی گنت کار 000<sub>2</sub> کو پہنچتا ہے، جمع گیٹ کا مخرج پست ہوگا اور گنت کار گنتی روک دے گا۔ یوں تین بٹ میں پیش درکار دورانیہ کے لئے دھڑکنے بند رہتا ہے۔

### سوالات

سوال ۸.۱: چار بٹ معاصر سیدھا گنت کار کی موجودہ گنتی 0101<sub>2</sub> ہے۔ ساعت کے کتنے کناروں بعد 0000<sub>2</sub> ہوگا؟  
جواب: گیارہ کناروں بعد۔

سوال ۸.۲: سولہ بٹ معاصر گنت کار کی موجودہ گنتی 3FA7<sub>16</sub> ہے۔ ساعت کے کتنے کنارے گزرنے کے بعد 0000<sub>16</sub> ہوگا؟ (۱) تصور کریں یہ سیدھا گنت کار ہے۔ (ب) تصور کریں یہ الٹ گنت کار ہے۔  
جواب: (۱) 49241<sub>10</sub>، (ب) 16295<sub>10</sub>

سوال ۸.۳: چار بٹ شنائی لہریا گنت کار استعمال کر کے شنائی سرموز اعشاری گنت کار بنایا جاسکتا ہے۔ پس امتحان کرنا ہوگا کہ 1010<sub>2</sub> پر پہنچ کر گنتی فوراً زبردستی 0000<sub>2</sub> کی جائے۔ زبردستی پست صلاحیت رکھنے والی پلٹ استعمال کرتے ہوئے دور تخلیق دیں۔

سوال ۸.۴: ڈی پلٹ استعمال کرتے ہوئے چار بٹ معاصر شنائی گنت کار تشکیل دیں۔  
سوال ۸.۵: جے کے پلٹ استعمال کر کے ایسا معاصر گنت کار تشکیل دیں جو 0، 2، 3، اور 7 کا گردان کرے۔ جدول لکھ کر سے شروع کریں۔ گنت کار میں زبردستی پست کامداحصل رکھیں تاکہ 0 سے گردان شروع کی جائے۔

جواب:

موجودہ گنتی			اگلی گنتی		
Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>0</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>0</sub>
0	0	0	0	1	0
0	0	1	d	d	d
0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	1	1
1	0	0	d	d	d
1	0	1	d	d	d
1	1	0	d	d	d
1	1	1	0	0	0

سوال ۸.۶: ٹی پلٹ استعمال کرتے ہوئے ایسا چار بٹ شنائی معاصر گنت کار تشکیل دیں جو صفر (0000<sub>2</sub>) سے چودہ (1110<sub>2</sub>) تک جفت گنتی کے بعد ایک (0001<sub>2</sub>) سے پندرہ (1111<sub>2</sub>) تک طاق گنتی کرے اور اس ترتیب کو دہراتا رہے۔ ابتدا 0000<sub>2</sub> سے کریں۔

سوال ۸.۷: ایسا چار بٹ چملا گنت کار تخلیق دیں جو بلند بٹ کو Q<sub>0</sub> سے Q<sub>1</sub> رخ گھماتا ہو۔

سوال ۸.۸: شکل ۸.۱۰ میں دھڑکن پیدا کار (دورانیہ پیدا کار) دکھایا گیا ہے۔ ساعت کا تعدد 10 MHz اور درکار دورانیہ 500 ns ہے۔ درکار دورانیہ کے تین ہٹ کیا ہوں گے؟

جواب: 110<sub>2</sub>

سوال ۸.۹: کارٹاف نقشے استعمال کر کے مساوات ۸.۳ حاصل کریں۔ گنت کار کے جدول سے ابتدا کریں۔

سوال ۸.۱۰: جے کے پلسٹ استعمال کرتے ہوئے مساوات ۸.۳ کی متبادل مساوات کیا ہوں گی؟

## باب ۹

# حافظ

ایک پلٹ ایک **ثنائی** ہندسہ معلومات (مواد) ذخیرہ کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے۔ ثنائی ہندسے کو پلٹ<sup>۱</sup> بھی کہتے ہیں۔ یوں ایک پلٹ ایک ثنائی ہندسہ **حافظ**<sup>۲</sup> کے طور پر کام کر سکتا ہے۔ آٹھ پلٹ جوڑ کر آٹھ ثنائی ہندسہ حافظہ حاصل کیا جاسکتا ہے۔ اسی طرح  $n$  پلٹ سے  $n$  پلٹ بنایا جاسکتا ہے۔ آٹھ ثنائی پلٹ کو ایک **ہشتی** عدد یا ایک **بائٹ**<sup>۳</sup> کہتے ہیں۔ حافظہ میں رکھے گئے مواد کو **لفظ**<sup>۴</sup> کہتے ہیں۔ حافظہ میں الفاظ کی لمبائی قطعی ہوتی ہے۔ یوں آٹھ پلٹ لفظ ایک **بائٹ** پر مشتمل ہوگا جبکہ سولہ پلٹ لفظ دو **بائٹ** پر مشتمل ہوگا۔ کمپیوٹر میں موجود کل حافظہ کی پیمائش **بائٹ** میں بیان کی جاتی ہے۔ یوں دو سو الفاظ کا حافظہ جس میں ہر لفظ ایک **بائٹ** پر مشتمل ہو دو سو **بائٹ** **حافظ** کہلائے گا۔ حافظہ میں مواد داخل کرنے کو مواد **لکھنا**<sup>۵</sup> یا حافظہ **لکھنا** کہتے ہیں جبکہ حافظہ سے مواد کے حصول کو مواد **پڑھنا**<sup>۶</sup> یا حافظہ **پڑھنا** کہتے ہیں۔ اس باب میں انہیں قسم کے برقیاتی حافظہ پر غور کیا جائے گا۔

حافظوں کی دو اہم قسمیں ہیں۔ حافظہ کی پہلی قسم، جو **عارضی حافظہ** کہلاتا ہے، میں معلومات اس وقت تک محفوظ رہتی ہے جتنی دیر حافظے کو درکار برقی طاقت مہیا کی جائے۔ کسی بھی وقت، عارضی حافظے میں کسی بھی مقام پر معلومات لکھی یا اس مقام سے معلومات پڑھی جاسکتی ہے۔ معلومات کا، حافظہ میں کسی بھی مقام پر لکھنے یا اس سے پڑھنے میں درکار وقت تمام مقامات کے لئے تقریباً برابر ہوگا۔ اس دورانیہ کو **حافظ کا دورانیہ** یا مختصر **دورانیہ** **رسائی**<sup>۸</sup> کہتے ہیں۔

bit<sup>1</sup>  
memory<sup>2</sup>  
byte<sup>3</sup>  
word<sup>4</sup>  
write<sup>5</sup>  
read<sup>6</sup>  
random access memory, RAM<sup>7</sup>  
access time<sup>8</sup>

جدول ۹.۱: حافظے سے مواد مٹانے کا مفہوم

1111 1111	1011 0101
1111 1111	0000 0000
1111 1111	1111 1111
1111 1111	0110 0110

(ب) مواد سے خالی حافظے

(۱) مواد سے بھرا حافظے

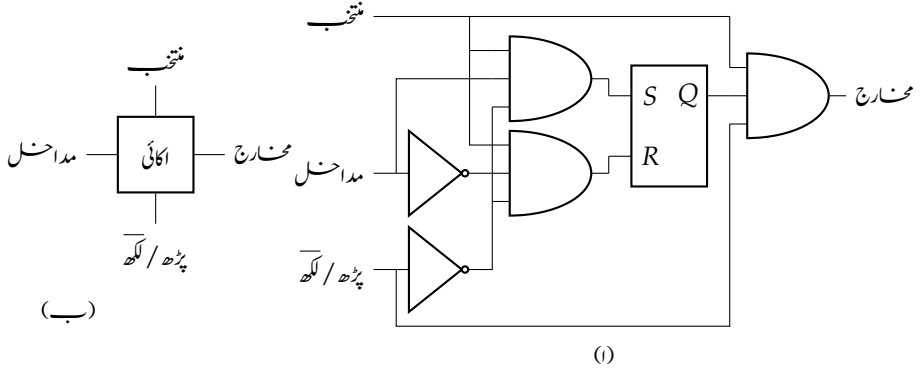
دوسری قسم کا حافظے، جو **پیمائش حافظے** کہلاتا ہے، میں برقی طاقت کی عدم موجودگی میں بھی مواد محفوظ رہتا ہے تاہم اس سے معلومات پڑھنے کی خاطر حافظے کو درکار برقی طاقت فراہم کرنا لازم ہے۔ پخت حافظے سے معلومات کسی بھی وقت کسی بھی مقام سے پڑھی جاسکتی ہے۔ حافظے کے تمام مقامات سے مواد پڑھنے کے لئے درکار وقت، جو حافظے کا دورانیہ **رسائی** کہلاتا ہے، تقریباً ایک جیسا ہوگا۔ عام استعمال میں پخت حافظے سے معلومات صرف پڑھی جاتی ہے۔ پخت حافظوں کی مختلف اقسام میں معلومات محفوظ کرنے کے طریقے ایک دوسرے سے مختلف ہوں گے۔ ایک قسم کے پخت حافظے میں معلومات صرف اور صرف ایک مرتبہ لکھی جاسکتی ہے، لہذا اسے صرف ایک مرتبہ معلومات کی لکھائی کے لئے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اس کو ایک مرتبہ قابل لکھائی پیمائش حافظے<sup>۱۰</sup> کہتے ہیں۔ دوسری قسم کی پخت حافظے میں معلومات بار بار لکھی جاسکتی ہے تاہم ایسا کرنے سے پہلے اس سے پرانی معلومات مٹانی ضروری ہے۔ جدید پخت حافظے سے معلومات برق کی مدد سے مٹائی جاتی ہے۔ ایسے پخت حافظے کو **برقی مٹائی پیمائش حافظے**<sup>۱۱</sup> کہتے ہیں۔ شروع میں پخت حافظے کی ایک قسم کو شعاع سے مٹایا جاتا تھا۔ اس کو **شعاع مٹائی پیمائش حافظے**<sup>۱۲</sup> کہتے ہیں۔

کاغذ پر لکھائی کو مٹانے سے صاف ستھرا کاغذ ملتا ہے۔ پلٹ ہر صورت بلند یا پست حال ہوتا ہے لہذا اس سے مواد کاغذ کی طرح نہیں مٹایا جاسکتا۔ لکھائی سے صاف حافظے سے مراد وہ حافظے ہوگا جس کے تمام ہٹ بلند (1) ہوں۔ جدول ۹.۱ میں آٹھ ہٹ لمبائی کے چار لفظ حافظے استعمال کرتے ہوئے مواد سے بھرے اور خالی حافظے کی وضاحت کی گئی ہے۔ یقیناً، حافظے کے تمام ہٹ پر 1 لکھنا اور حافظے سے مواد مٹانا ایک جیسا ہوگا۔

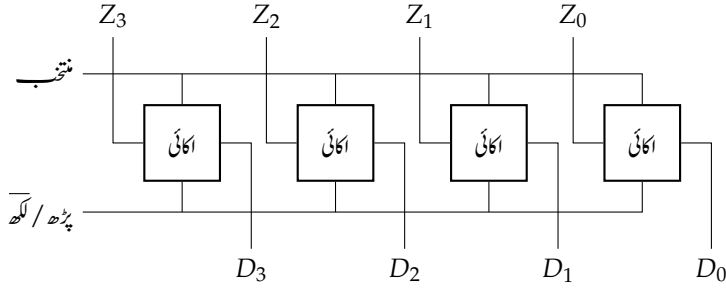
## ۹.۱ عارضی حافظے

اس حصے میں عارضی حافظے کی بناوٹ پر غور کیا جائے گا۔ ایک ہٹ حافظے بنیادی طور پر ایک پلٹ ہوگا، جس میں مواد لکھنے اور پڑھنے کی صلاحیت موجود ہوگی۔ حافظے عموماً کثیر تعداد بنوں پر مشتمل ہوگا لہذا حافظے میں ہر پلٹ تک، لکھنے اور پڑھنے کی خاطر، رسائی ضروری ہے۔ شکل ۹.۱ میں **ثنائی عارضی حافظے** کے

<sup>۹</sup> ROM, read only memory  
<sup>۱۰</sup> onetime programmable read only memory, OTP  
<sup>۱۱</sup> electricallyerasable read only memory, EEROM, E<sup>2</sup> PROM  
<sup>۱۲</sup> UVerasable read only memory, UVerasable ROM



شکل ۹.۱: اکائی حافظہ



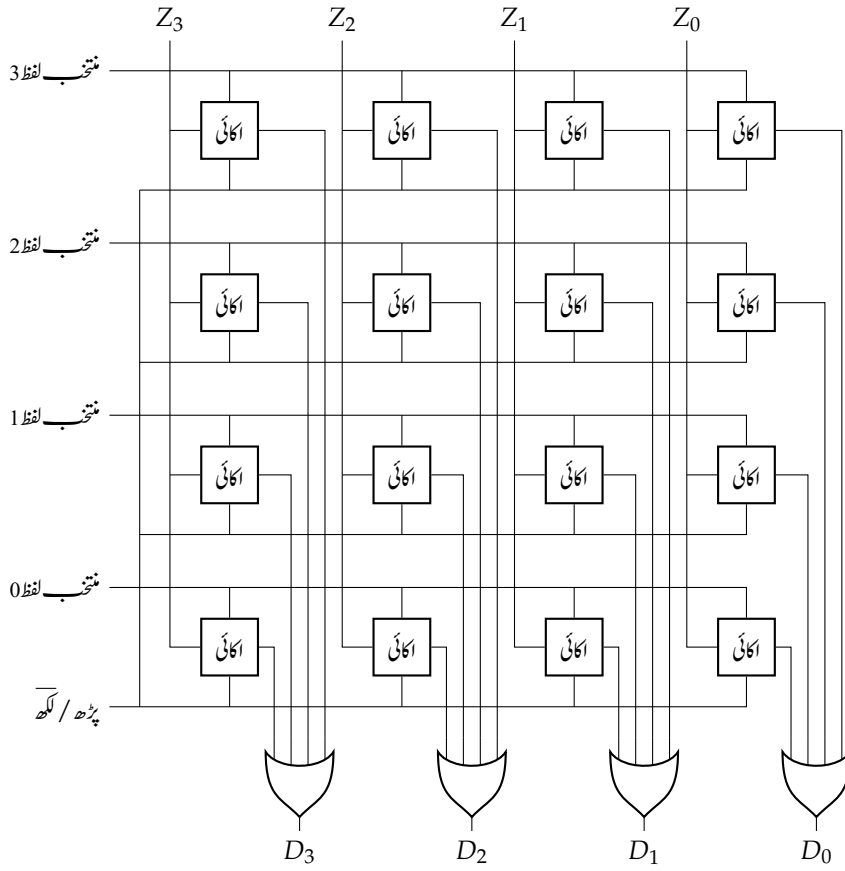
شکل ۹.۲: ایک لفظ حافظہ

اکائی<sup>۱۳</sup>، جس کو مختصراً **اکائی حافظہ** کہتے ہیں، کی بناوٹ اور علامت پیش ہے، جہاں مواد ذخیرہ کرنے کے لئے ایس آر فلٹ استعمال کیا گیا ہے۔ حقیقت میں کئی طریقے مستعمل ہیں جن پر بعد میں غور کیا جائے گا۔

اکائی حافظہ سے رجوع کے لئے اس کا **منتخب** اشارہ بلند کیا جاتا ہے اور مواد لکھنے کی خاطر ساتھ ہی پڑھ / لکھ پست کر کے داخلی مواد مندرجہ ذیل کیا جاتا ہے جبکہ مواد پڑھنے کی خاطر پڑھ / لکھ بلند کر کے مواد پڑھا جاتا ہے۔

متعدد بٹ حافظہ اس اکائی حافظہ کی مدد سے حاصل ہو گا۔ شکل ۹.۲ میں چار بٹ لفظ کا حافظہ پیش ہے جہاں تمام اکائی حافظوں کے ”منتخب“ و ”اشارے“ ایک ساتھ اور ”پڑھ / لکھ“ ایک ساتھ جوڑے گئے ہیں۔ یوں لفظ کے چاروں بٹ بیک وقت منتخب ہوتے ہیں اور اس میں مواد  $Z$  بیک وقت لکھا جاسکتا ہے، یا ذخیرہ مواد بیک وقت  $D$  سے پڑھا جاسکتا ہے۔





شکل ۹.۳: چار لفظ عارضی حافظ

اس طرح کے کئی الفاظ جوڑ کر متعدد لفظ حافظہ حاصل کیا جاسکتا ہے۔ شکل ۹.۳ میں چار الفاظ جوڑ کر چار لفظ حافظہ تخلیق کیا گیا ہے۔

متعدد لفظ حافظہ کی تمام اکائیوں کا ”منتخب“ اشارہ عام صورت پرست رہتا ہے۔ یوں حافظہ کے کسی بھی لفظ تک رسائی ممکن نہیں ہوگی۔ حافظہ میں مواد لکھنے کی خاطر مواد Z داخلی راستے فراہم کر کے پڑھ / لکھ پرست رکھ کر مطلوب مقام کا ”منتخب“ اشارہ بلند کیا جاتا ہے۔ یوں مواد مطلوب مقام پر لکھا جاتا ہے۔ فرض کریں ہم اعشاری تین (3<sub>10</sub>) کے شائی سرموز اعشاری 0011<sub>2</sub> کو حافظہ کے لفظ 2 کے مقام پر لکھنا چاہتے ہیں۔ ہم مداحل پر 0011<sub>2</sub> مہیا کر کے پڑھ / لکھ پرست رکھ کر ”منتخب لفظ 2“ اشارہ بلند کریں گے۔ ایسا کرنے سے شکل ۹.۳ میں لفظ 2 پر 0011<sub>2</sub> لکھا جائے گا۔ یاد رہے کہ اس دوران باقی ”منتخب“ اشارے پرست رہیں گے۔ اسی لفظ کو پڑھنے کے لئے ہم پڑھ / لکھ بلند رکھ کر لفظ 2 کا ”منتخب“ بلند کریں گے۔ ایسا کرنے سے محارج D پر 0011<sub>2</sub> خارج ہوگا جہاں سے اسے پڑھا جاسکتا ہے۔

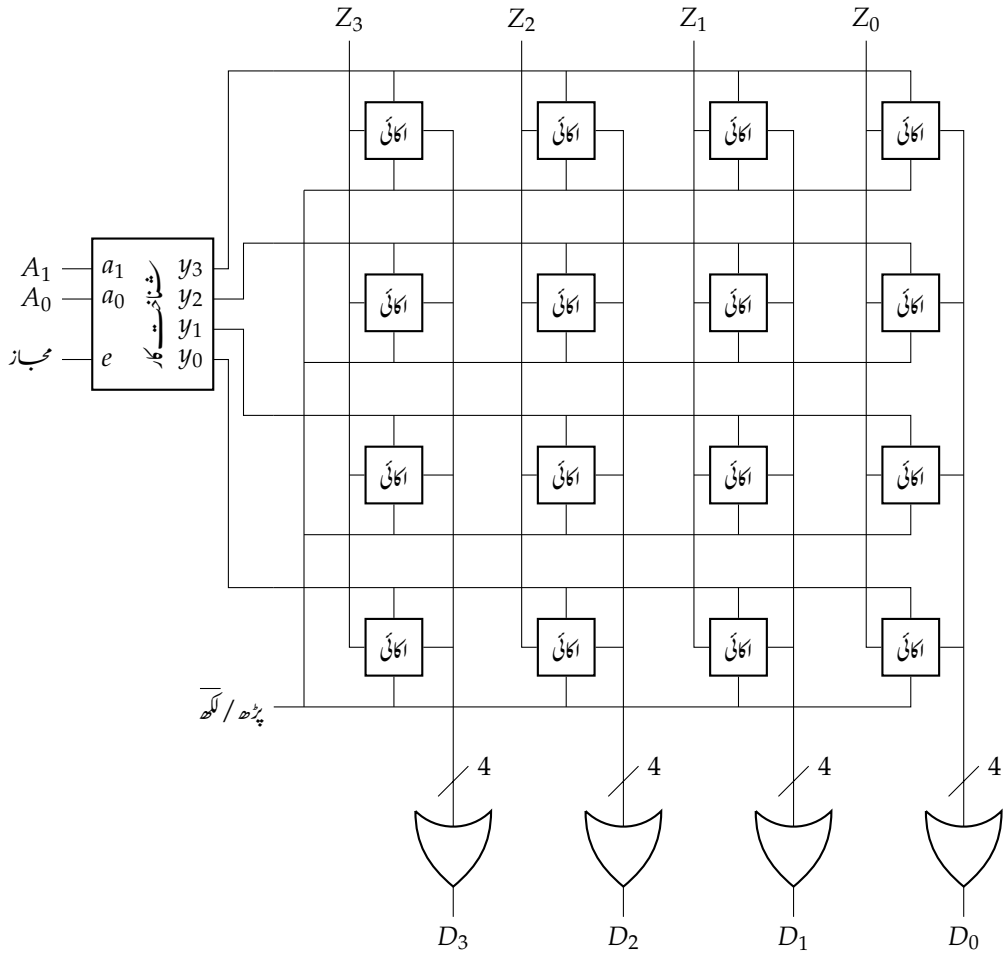
حقیقی حافظہ میں الفاظ تک رسائی پتہ کے ذریعے کی جاتی ہے۔ چار لفظ حافظہ میں الفاظ تک رسائی، دو بٹ پتہ استعمال کرتے ہوئے دو سے چار شناخت کار کی مدد سے ممکن ہے۔ شکل ۹.۴ میں یہ عمل پیش کیا گیا ہے جہاں A<sub>0</sub>، اور A<sub>1</sub> پتہ بٹ ہیں۔ پتہ کو دیکھ کر شناخت کار مطلوب محارج بلند کر کے لفظ کا مقام منتخب کرتا ہے۔ یوں دو پتہ بٹ کا حافظہ مثال بناتے ہوئے، پتہ 00 ہمیں حافظہ کے اول مقام تک رسائی دے گا۔ ہم یوں بھی کہہ سکتے ہیں کہ ہم نے مقام 00 تک رسائی حاصل کی۔ اسی طرح پتہ 11 آخری یا چوتھے مقام تک رسائی دے گا اور ہم کہہ سکتے ہیں کہ ہم نے مقام 11 تک رسائی حاصل کی۔ کسی مقام سے مواد حاصل کرتے (پڑھتے) ہوئے یا اس مقام میں مواد لکھتے (ذخیرہ کرتے) ہوئے ہم کہیں گے مخاطبہ مقام<sup>۱۵</sup> سے مواد حاصل کیا گیا یا مخاطب مقام سے مواد ذخیرہ کیا گیا۔

عارضی حافظہ کا استعمال جدول ۹.۲ میں دکھایا گیا ہے۔ مجاز پرست ہونے کی صورت میں حافظہ بلند رکاوٹ<sup>۱۶</sup> اختیار کر کے بیرونی ادوار سے مکمل منقطع ہوگا۔

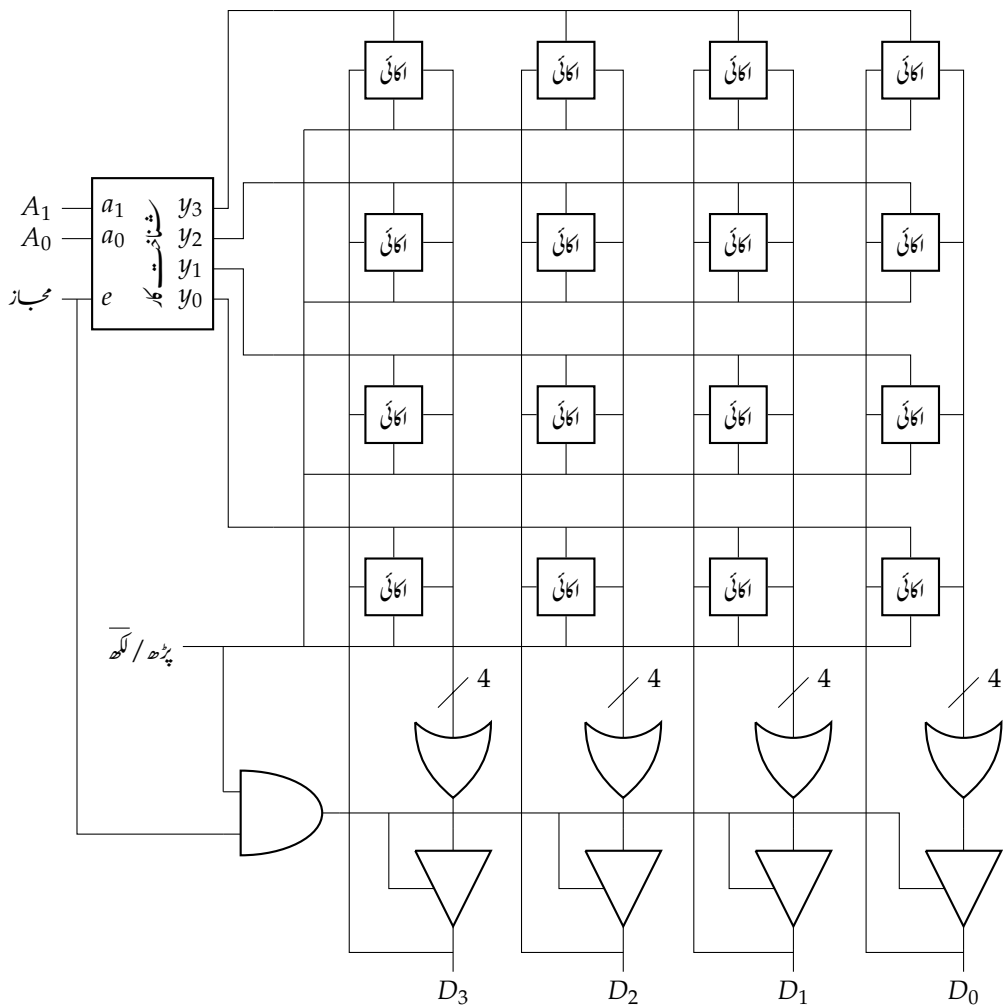
شکل ۹.۲ میں چار بٹ جمع گیٹ کی ایک نئی علامت استعمال کی گئی ہے۔ گیٹ کا ایک مداحل دکھایا گیا ہے جس پر چھوٹی ترچھی لکیر کے ساتھ 4 لکھ کر اس بات کی وضاحت کی گئی ہے کہ دراصل یہ چار داخلی جمع گیٹ ہے۔ اس طرح کی علامت میں گیٹ کے مداحل علیحدہ علیحدہ نہیں دکھائے جاتے بلکہ تمام مداحل ایک داخلی تار سے ظاہر کیے جاتے ہیں۔ یوں دور کا نقشہ کاغذ پر کھینچتے ہوئے تاروں کے نجوم سے نجات حاصل ہوتی ہے اور دور صاف ستھرا نظر آتا ہے۔ یاد رہے کہ ایسا صرف دور صاف ستھرا نظر آنے کے لئے کیا جاتا ہے۔ یوں حافظہ کے گزشتہ دواشکال ایک ہی دور بنانے کے دو طریقے ہیں۔

اسی طرح پر متعدد لفظ حافظے کی علامت بھی بنائی جاتی ہے۔ دس بٹ پتہ سے  $2^{10} = 1024$  یعنی تقریباً ایک ہزار مقامات تک رسائی ممکن ہے۔ کمپیوٹر کی دنیا میں کلو (ہزار) سے مراد  $1024_{10}$  لیا جاتا ہے۔ یوں دو کلو بائٹ<sup>۱۷</sup> 2 kB سے مراد  $2048_{10}$  بائٹ ہوگا۔

<sup>۱۵</sup> addressed location  
<sup>۱۶</sup> high impedance state  
<sup>۱۷</sup> kilobyte



شکل ۹.۴: چهار لفظ عارضی حافظ کا بہتر خاکہ



شکل ۹.۵: مشترک داخلی و خارجی راه کاپارلفظ عارضی حافظ

## جدول ۹.۲: عارضی حافظے کا استعمال

عمل	$A_0$	$A_1$	پڑھ / لکھ	مجاز
بلند رکاوٹی حال	×	×	×	0
لفظ 0 کے مقام پر لکھ	0	0	0	1
لفظ 1 کے مقام پر لکھ	1	0	0	1
لفظ 2 کے مقام پر لکھ	0	1	0	1
لفظ 3 کے مقام پر لکھ	1	1	0	1
لفظ 0 کے مقام سے پڑھ	0	0	1	1
لفظ 1 کے مقام سے پڑھ	1	0	1	1
لفظ 2 کے مقام سے پڑھ	0	1	1	1
لفظ 3 کے مقام سے پڑھ	1	1	1	1

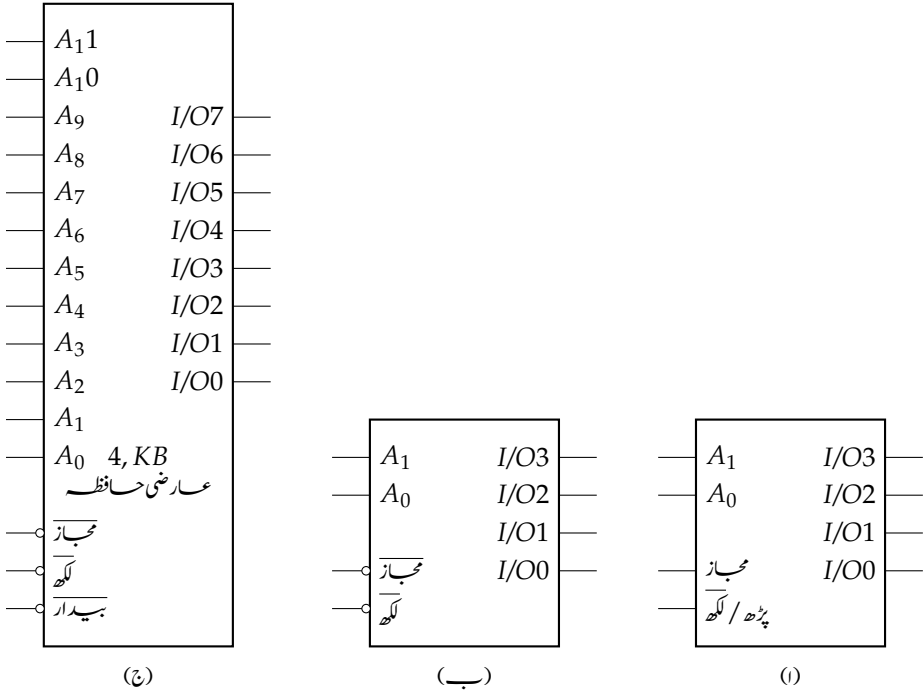
شکل ۹.۵ میں منظم کار کے استعمال پر غور کریں۔ مجاز اور پڑھ / لکھ دونوں بلند ہونے کی صورت میں حافظہ میں ذخیرہ مواد D پر حنا راج ہو گا جبکہ مجاز بلند اور پڑھ / لکھ پست ہونے کی صورت میں D پر مہیا مواد حافظہ میں لکھا جائے گا۔ یوں D بطور مداحل و حنا راج کام کرتا ہے۔ شکل ۹.۴ میں مداحل Z کے لئے چار اور حنا راج D کے لئے چار بیٹوں کی ضرورت تھی۔ یہاں شکل ۹.۵ میں صرف چار بیٹوں کی ضرورت ہو گی۔

جدید عارضی حافظوں میں کثیر تعداد کے الفاظ ذخیرہ کرنے کی گنجائش ہوتی ہے۔ شکل ۹.۶-۱ میں چار لفظ حافظے کے مخلوط دور<sup>۱۸</sup> کی علامت دکھائی گئی ہے جہاں لفظ کے چار داخل و حنا راجی بیٹوں کو D کی بجائے I/O کہا گیا ہے۔ شکل-ب میں مجاز کی جگہ مجاز استعمال کیا گیا ہے، جو شکل-ا کے مجاز مداحل پر غنی گیٹ نصب کرنے سے حاصل ہو گا؛ مزید پڑھ / لکھ کو مختصر لکھ پکار کر اور پنی پر گول دائرہ ڈال کر اس کا پستے فعال پین<sup>۱۹</sup> ظاہر کیا گیا ہے۔ یوں لکھ پست ہونے کی صورت میں حافظے میں مواد لکھا اور بلند صورت میں حافظے سے مواد پڑھا جاتا ہے۔

شکل - ج میں بارہ بیٹ پست، ایک بائٹ لفظ عارضی حافظے کی علامت دکھائی گئی ہے۔ بارہ بیٹ پست  $2^{12} = 4096$  بائٹ تک رسائی ممکن بناتا ہے لہذا یہ چار گلو بائٹ عارضی حافظے کی علامت ہے۔ اس مخلوط دور میں بیدار مداحل<sup>۲۰</sup> کا اضافہ کیا گیا ہے جو پستے فعال ہے۔ اس پر اب بات کرتے ہیں۔

مخلوط دور میں متعدد گیٹ پائے جاتے ہیں اور جدید برقیاتی آلات کئی مخلوط ادوار پر مشتمل ہوتے ہیں۔ یہ سب برقی طاقت سے چلتے ہیں۔ ہم کہتے ہیں برقی طاقت انہیں بیدار رکھتی ہے۔ برقیاتی آلات عموماً سیٹری سے برقی طاقت حاصل کرتے ہیں۔ درکار برقی طاقت کم کرنے سے سیٹری زیادہ دیر کارآمد رہتی ہے۔

integrated circuit, IC<sup>۱۸</sup>  
active low<sup>۱۹</sup>  
CS, chip select<sup>۲۰</sup>



شکل ۹.۶: عارضی حافظوں کے مخلوط ادوار کی علامتیں

1023	1000 0001
1022	0010 1001
1021	0011 1010
1020	1000 1101
⋮	⋮
3	1011 0001
2	1110 1001
1	0000 1010
0	1011 1101

(ب)

پتہ	مواد
11	1001
10	1101
01	0000
00	0110

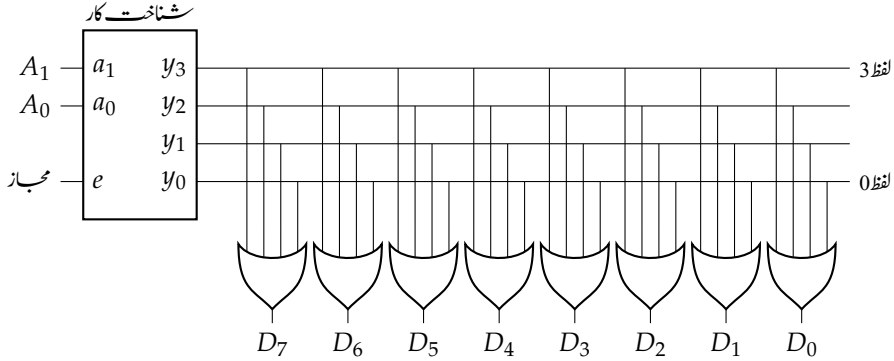
(ا)

### شکل ۹.۷: حافظہ کی تصوراتی تصویر

برقیاتی آلات میں مختلف مخلوط ادوار کی ضرورت مختلف لمحات پر ہوگی۔ ان لمحات کے علاوہ انہیں بیدار رکھنے سے بلا ضرورت برقی توانائی ضائع ہوگی۔ غیر مستعمل مخلوط ادوار کی برقی طاقت منقطع نہیں کی جاسکتی ہے۔ عارضی حافظے کی مثال لیتے ہوئے ہم جانتے ہیں کہ برقی طاقت نہ ملنے پر ان میں مواد محفوظ نہیں رہتا، البتہ یہ ممکن ہے کہ عارضی حافظے کو صرف اتنی برقی طاقت مہیا کی جائے کہ یہ صرف مواد محفوظ رکھنے کے قابل ہو، یعنی اسے نڈھال سی کیفیت میں ڈالا جاسکتا ہے۔ عارضی حافظے کے مخلوط دور میں بیدار مداحل اس مقصد کے لئے مہیا کیا گیا ہے۔ جس لمحے پر مخلوط دور کی ضرورت ہو، بیدار پست (فعال) کر کے اسے جگایا جاتا ہے اور استعمال کے بعد فوراً دوبارہ نڈھال کر دیا جاتا ہے۔ نڈھال صورت میں مخلوط دور بیرونی دنیا سے، دو طرفہ مستحکم کار کی مدد سے، مکمل طور پر منقطع رہتا ہے اور اس میں نہ کچھ لکھا جاسکتا ہے اور نہ ہی اس سے کچھ پڑھا جاسکتا ہے۔ نڈھال حال میں حافظہ کمتر برقی توانائی صرف کرتا ہے۔ عام طور شناخت کار کی مدد سے بیدار کیے جانے والے مخلوط دور کی شناخت کی جاتی ہے۔

چار لفظ حافظہ کی تصوراتی تصویر شکل ۹.۷-ا میں دکھائی گئی ہے جہاں دو بٹ پتہ اور چار بٹ مواد شناختی روپ میں دکھائے گئے ہیں۔ شکل-ب میں ایک کلو بائٹ (1 kB) حافظے کی تصوراتی تصویر پیش ہے جہاں مواد کو شناختی جبکہ پتہ کو اعشاری روپ میں دکھایا گیا ہے۔ چار لفظ حافظہ کا پہلا لفظ معتام 00<sub>2</sub> اور آخری معتام 11<sub>2</sub> پر پایا جاتا ہے۔ اسی طرح ایک کلو بائٹ حافظہ میں پہلا لفظ معتام 0<sub>10</sub> اور آخری معتام 1023<sub>10</sub> ہے۔ چار بٹ حافظہ میں پہلا لفظ 0110<sub>2</sub> اور آخری 1001<sub>2</sub> ہے۔ ایک کلو بائٹ حافظہ میں معتام 1021<sub>10</sub> پر مواد 00111010<sub>2</sub> درج ہے۔

مشق ۹.۱: عارضی حافظہ 6116 کے معلوماتی صفحات سے اس کی استعداد ”کلو بائٹ“ میں معلوم کریں۔



شکل ۹.۸: چار بائٹ پخت حافظہ کی اندرونی ساخت

## ۹.۲ پخت حافظہ

پخت حافظے سے مراد وہ حافظہ ہے جس میں مواد برقی طاقت کی عدم موجودگی میں بھی محفوظ رہتا ہو۔ پخت حافظہ کا بنیادی استعمال وہاں ہوگا جہاں مواد تبدیل نہ ہو۔

عارضی حافظے کی طرح پخت حافظہ بھی مختلف لمبائی کے الفاظ پر مشتمل ہوگا۔ لفظوں تک رسائی پتہ کے ذریعہ ہوگی؛  $n$  پتہ کے پخت حافظہ میں  $2^n$  لفظ ہوں گے۔

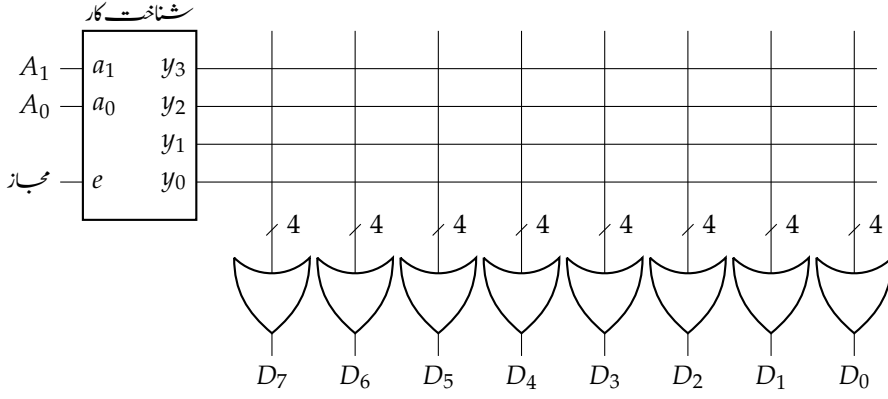
بائٹ لمبائی چار لفظ پخت حافظے کی اندرونی ساخت شکل ۹.۸ میں دکھائی گئی ہے جس کی بہتر صورت شکل ۹.۹ پیش کرتی ہے، جہاں چار داخلی جمع گیٹ کی صاف شکل استعمال کی گئی ہے۔ مستعمل دو سے چار شناخت کار، پتہ کے دو پتہ سے چار مقدمات تک رسائی ممکن بناتا ہے۔ یوں چار الفاظ تک رسائی ممکن ہوگی۔

شکل ۹.۸ میں بالکل نیا غیر استعمال شدہ پخت حافظہ دکھایا گیا ہے۔ پتہ  $00_2$  کی صورت میں دو سے چار شناخت کار  $y_0$  بلند کر کے لفظ 0 چنے گا۔ تمام جمع گیٹ بلند ہوں گے اور  $D$  پر  $1111111_2$  خارج ہوگا۔ پتہ  $01_2$  لفظ 1 چنے گا اور  $D$  پر  $1111111_2$  خارج ہوگا۔ آپ تسلی کر لیں کہ چاروں پتہ پر یہی مواد ملتا ہے۔ کسی بھی نئے غیر استعمال شدہ پخت حافظے کے ہر لفظ کے تمام بائٹ بلند (1) ہوں گے۔

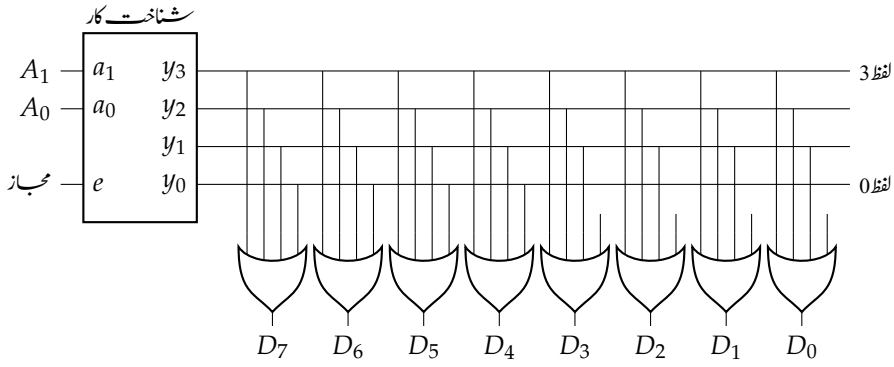
آپ نے دیکھا کہ بلند  $y_0$  کی صورت میں تمام جمع گیٹ کو یہی بلند اشارہ ملتا ہے اور یوں تمام جمع گیٹ کے محارج بلند ہوں گے۔ جمع گیٹ سے  $y_0$  کا جوڑ منقطع کرنے سے  $y_0$  جمع گیٹ تک نہیں پہنچے گا۔ شکل ۹.۱۰ میں دائیں چار جمع گیٹ  $y_0$  سے منقطع ہیں لہذا  $y_0$  بلند کر کے لفظ 0 پڑھنے سے  $D$  پر  $11110000_2$  ملتا ہے۔ یہاں ایک بات ذہن نشین کریں: ایسے اشکال میں جمع گیٹ کا منقطع مداحل جمع گیٹ کے محارج پر اثر انداز نہیں ہوگا۔

امید کی جاتی ہے آپ پخت حافظہ میں لکھائی کا عمل بخوبی سمجھ گئے ہوں گے۔ پخت حافظے میں جوڑوں کو توڑ

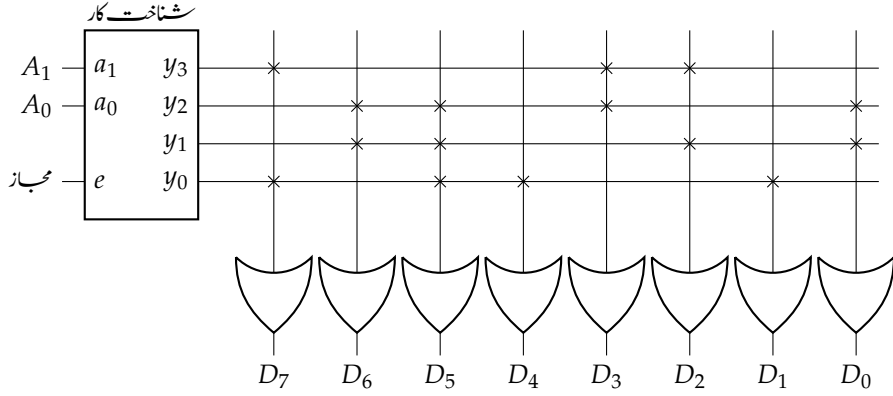




شکل ۹.۹: چار بائٹ پخت حافظ کی اندرونی ساخت



شکل ۹.۱۰: پخت حافظ میں لکھائی



(۱)

پتہ	مواد
00	1011 0010
01	0110 0101
10	0110 1001
11	1000 1100

(ب)

شکل ۹.۱۱: پخت حافظہ میں لکھا گیا مواد

کر مواد لکھا جاتا ہے۔ اس قسم حافظہ میں ہر جوڑ دراصل ایک برقی فٹیدہ<sup>۳۱</sup> (فیوز) ہوتا ہے۔ فٹیلے کی استعداد سے زیادہ برقی رو فٹیلے سے گزار کر اسے پگھلا کر جوڑ منقطع کیا جاتا ہے۔

حافظہ میں لکھا مواد شکل ۹.۱۱ کی طرح جدول میں لکھا جاتا ہے۔ اس جدول میں باری باری ایک لفظ کو دیکھتے ہوئے جس پتہ کے مقصود پر 0 ہو، حافظہ کے اندر اس لفظ کے اس پتہ کا جوڑ تباہ کیا جاتا ہے۔

شکل ۹.۱۱-۱ میں غیر تباہ شدہ جوڑ صلیبی نشان (×) سے ظاہر کیے گئے ہیں۔ اس حافظہ میں لکھا مواد شکل-ب میں پیش ہے۔

اب تک چار لفظ حافظہ پر بات کی گئی جس کی وجہ سے 4 داخلی جمع گیٹ استعمال کیے گئے۔ ایک لفظ 8 پتہ ہونے کی وجہ سے کل 8 جمع گیٹ استعمال کیے گئے۔ یوں ان حافظوں میں کل  $8 \times 4$  یعنی پتہ 32) جوڑ یا فٹیلے ہوں گے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ  $n$  پتہ کے حافظے میں  $2^n$  لفظ ہوں گے لہذا ایسے حافظے میں  $2^n$  داخلی جمع گیٹ ہوں گے۔ اگر حافظہ کا ایک لفظ  $m$  پتہ ہو تب جمع گیٹوں کی تعداد  $m$  ہوگی۔ یوں حافظے میں جوڑوں کی تعداد  $m \times 2^n$  ہوگی۔

<sup>۳۱</sup>electric fuse

شعاع مٹا پختہ حافظہ میں بار بار لکھائی ممکن ہے۔ ان میں جوڑ، برقی فتیلہ سے نہیں بنائے جاتے بلکہ ان جوڑ کو ایک سوئچ<sup>۲۲</sup> تصور کریں جنہیں مخصوص طریقے سے برقی طاقت کے ذریعہ منقطع کیا جاتا ہے۔ منقطع جوڑوں کو دوبارہ جوڑنے کی خاطر حافظے کو شعاع میں کچھ دیر رکھا جاتا ہے۔

جدید برقی مٹا پختہ حافظوں میں بار بار لکھائی ممکن ہے۔ ان حافظوں میں لکھائی برقی دباؤ سے کی جاتی ہے اور اسے صاف بھی برقی دباؤ سے کیا جاتا ہے۔

پختہ حافظہ میں لکھائی مخلوط ادوار برنامہ نویس<sup>۲۳</sup> کی مدد سے کی جاتی ہے۔

### ۹.۳ حافظہ کی استعداد بڑھانے کی ترکیب

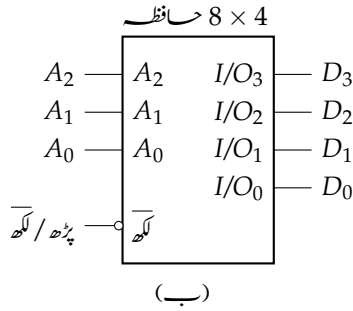
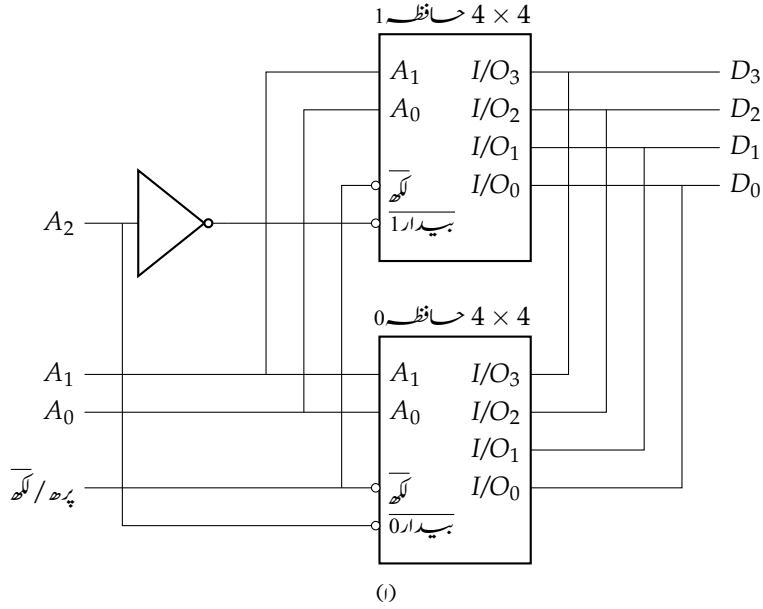
عارضی حافظوں (کے مخلوط ادوار) کے فتاویٰ مداحل عموماً بیدار، محاذ اور پڑھ / لکھ جبکہ پختہ حافظوں کے بیدار اور محاذ ہوں گے۔ اس حصے میں ہم تصور کرتے ہیں کہ حافظوں کے فتاویٰ اشارات صرف بیدار اور پڑھ / لکھ ہیں جنہیں استعمال کرتے ہوئے ایک سے زیادہ حافظے آپس میں جوڑنا دکھایا جائے گا۔ حقیقت میں عموماً بیدار کے علاوہ تمام حافظوں کے ایک جیسے فتاویٰ مداحل ایک ساتھ جوڑے جاتے ہیں۔ یوں تمام حافظوں کے محاذ مداحل اکٹھے جوڑے جائیں گے اور اسی طرح تمام کے پڑھ / لکھ ایک ساتھ جوڑے جائیں گے۔

#### ۹.۳.۱ دو عدد $4 \times 4$ حافظے سلسلہ وار جوڑ کر ایک عدد $8 \times 4$ حافظہ کا حصول

کبھی کبھار درکار استعداد کا حافظہ میسر نہیں ہوگا۔ ایسی صورت میں ایک سے زیادہ حافظے اکٹھے جوڑ کر درکار بائٹ ذخیرہ کرنا ممکن بنایا جاتا ہے۔ شکل ۹.۱۲-۱ میں  $4 \times 4$  کے دو حافظے جوڑ کر گنتی استعداد کا  $8 \times 4$  حافظہ (شکل-ب) حاصل کیا گیا۔ چھوٹے حافظوں کو حافظہ 0 اور حافظہ 1 کہا گیا ہے۔ شکل-۱ میں ایک جیسے پتہ بٹ ساتھ ساتھ جوڑے گئے ہیں یعنی حافظہ 0 کا  $A_0$  حافظہ 1 کے  $A_0$  سے جوڑا گیا ہے، اور حافظہ 0 کا  $A_1$  حافظہ 1 کے  $A_1$  سے جوڑا گیا ہے۔ اسی طرح ایک جیسے مواد بٹ ساتھ ساتھ جوڑے گئے ہیں یعنی حافظہ 0 کے  $D_0, D_1, D_2$  اور  $D_3$  بالترتیب حافظہ 1 کے  $D_0, D_1, D_2$  اور  $D_3$  سے جوڑے گئے ہیں۔ البتہ حافظہ 0 کا بیدار مداحل (جسے بیدار 0 کہا گیا ہے) سیدھا  $A_2$  کے ساتھ ملایا گیا ہے جبکہ حافظہ 1 کا بیدار مداحل (جسے بیدار 1 کہا گیا ہے) منفی گیٹ کے ذریعہ  $A_2$  سے جوڑا گیا ہے۔ حافظہ 0، حافظہ 1، اور منفی گیٹ کو ہم ایک بڑا حافظہ تصور کر سکتے ہیں جس کی علامت شکل-ب میں پیش ہے۔

شکل ۹.۱۳-۱ میں تین پتہ بٹ کی تمام ترتیب دی گئی ہیں۔ (شکل ۹.۱۱ دیکھتے ہوئے آگے پڑھیں)۔ پست  $A_2$  سے سراد پست بیدار 0 اور بلند بیدار 1 ہوگا جس سے حافظہ 0 ہباگ اٹھتا ہے اور حافظہ 1 نڈھال رہتا ہے۔ اسی طرح بلند  $A_2$  سے بیدار 0 بلند اور بیدار 1 پست ہوگا جس سے حافظہ 0 نڈھال اور حافظہ 1 ہباگ اٹھے گا۔

یوں پست  $A_2$  کی صورت میں پتہ کے باقی دو بٹ  $A_0$  اور  $A_1$  حافظہ 0 کے مختلف مقامات تک رسائی ممکن بنائیں گے۔ پست 000 حافظہ 0 کے صفروں مقام اور پست 011 حافظہ 0 کے تیسرے مقام تک رسائی دیتا ہے۔



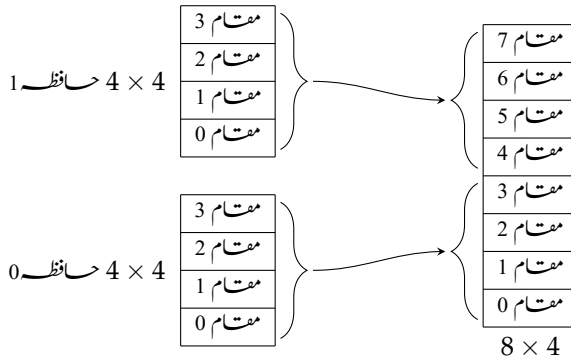
شکل ۹.۱۲: دو حافظے جوڑ کر بڑے حافظے کا حصول

	$A_2$	$A_1$	$A_0$	
حافظ 0 کا مقام 0	0	0	0	
	0	0	1	
	0	1	0	
	0	1	1	
حافظ 1 کا مقام 0	1	0	0	
	1	0	1	
	1	1	0	
	1	1	1	

حافظ 0 بیدار ہے

حافظ 1 بیدار ہے

(د)



(ب)

شکل ۹.۱۳: کل حافظ میں چھوٹے حافظوں کا مقام

اسی طرح بلند  $A_2$  کی صورت میں پتہ کے باقی دو بٹ  $A_0$  اور  $A_1$  حافظہ 1 کے مختلف مقامات تک رسائی ممکن بنائیں گے۔ پتہ  $000_2$  حافظہ 1 کے صفروں اور پتہ  $011_2$  حافظہ 1 کے تیسرے مقام تک رسائی دیتا ہے۔

گزشتہ دو نشر پاروں کا خلاصہ درج ذیل ہے۔ چار لفظ کے دو حافظے مل کر آٹھ لفظ حافظے کے طور پر کام کرتے ہیں۔ الفاظ کی لمبائی جوں کی توں چار بٹ رہتی ہے۔ اس طرح پتہ  $000_2$  کل حافظے کے صفروں مقام تک رسائی دیتا ہے، پتہ  $011_2$  کل حافظے کے تیسرے، پتہ  $100_2$  کل حافظے کے چوتھے اور پتہ  $111_2$  ساتویں مقام تک رسائی دیتا ہے۔ یوں دو عدد حافظے جوڑ کر ایک عدد حافظہ حاصل کیا جاسکتا ہے اور ان کی اندرونی ساخت پر ہر وقت غور کرنے کی ضرورت نہیں۔ شکل ۹.۱۱۔ ب میں اس حقیقت کو مد نظر رکھتے ہوئے ان دو حافظوں بج نئی گیٹ کو بطور ایک  $4 \times 8$  حافظہ دکھایا گیا ہے جس کے تین پتہ بٹ اور چار مواد بٹ ہیں۔ شکل ۹.۱۳۔ ب میں تین بٹ پتہ کی نسبت سے دونوں حافظوں کے مقامات دکھائے گئے ہیں، جہاں سے واضح ہے کہ دو چھوٹے حافظوں کو پتہ کے لحاظ سے علیحدہ علیحدہ مقامات پر رکھا گیا ہے اور حافظہ 0 کے آخری لفظ سے اگلے مقام پر حافظہ 1 کا صفروں لفظ پایا جاتا ہے۔ یوں پتہ کے لحاظ سے ان دو حافظوں کو سلسلہ وار تریب رکھا گیا ہے۔ دو یا دو سے زیادہ حافظے جوڑتے وقت اس طرح کی تصوراتی شکل ذہن میں بنایا کریں۔

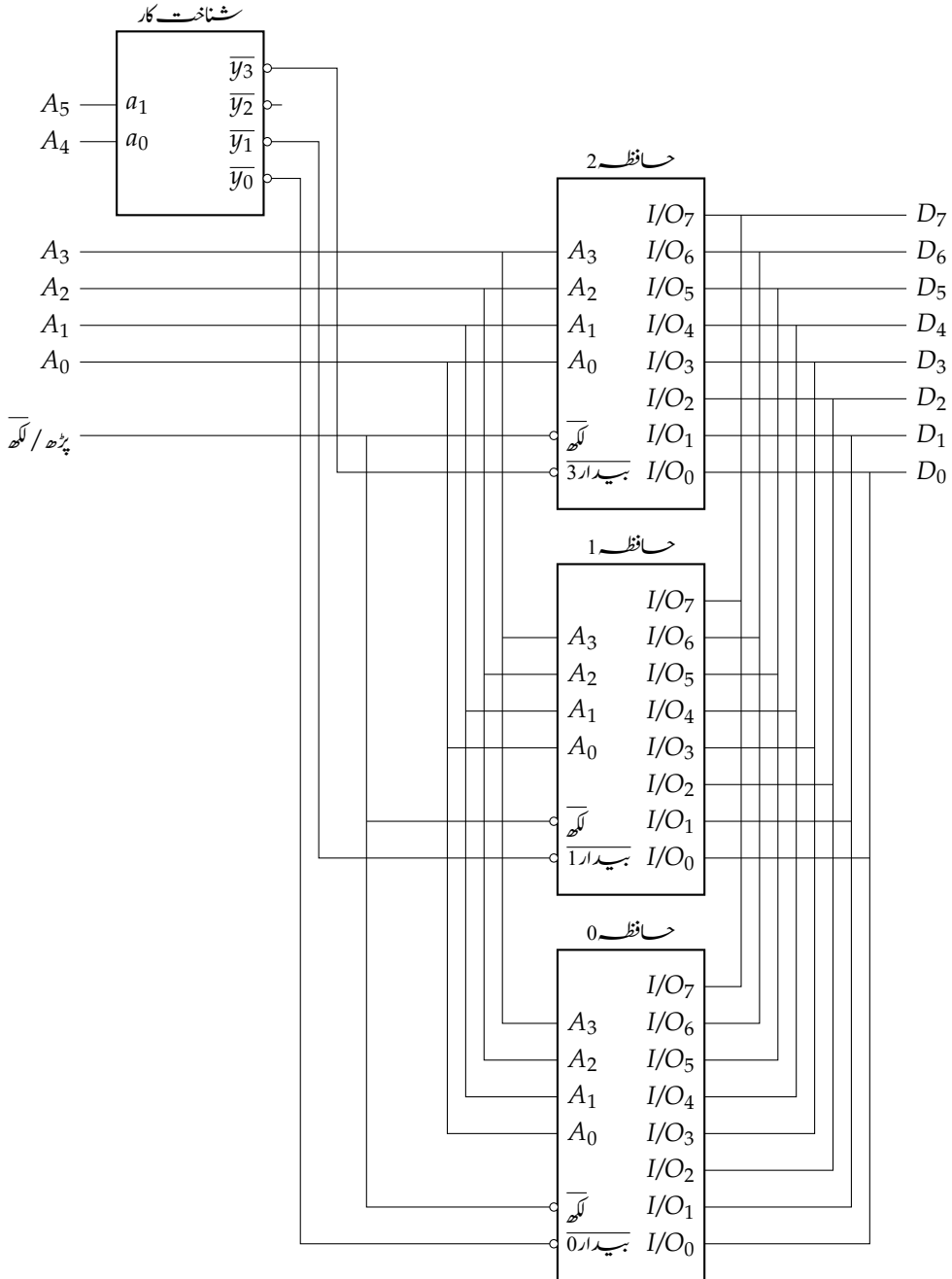
مذکورہ بالا میں  $4 \times 4$  استعداد کے حافظے استعمال کیے گئے جنہیں دو پتہ بٹ  $A_0$  اور  $A_1$  درکار تھے۔ ان دو بٹ کو استعمال کر کے بیدار حافظے کے مختلف مقامات تک رسائی حاصل کی جاتی ہے جبکہ اگلا پتہ بٹ  $A_2$  استعمال کر کے ان حافظوں کو پتہ کے لحاظ سے مختلف مقامات پر رکھا گیا۔ یہی طریقہ کار زیادہ استعداد کے حافظوں کے ساتھ بھی استعمال کیا جاسکتا ہے۔ یوں دو عدد دس بٹ پتہ کے حافظے جوڑتے وقت  $A_0$  تا  $A_9$  بیدار حافظے کے مختلف مقامات تک رسائی دیں گے جبکہ  $A_{10}$  انہیں جداگانہ بیدار کرے گا۔

### ۹.۳.۲ تین $8 \times 16$ حافظے سلسلہ وار جوڑ کر ایک $8 \times 48$ حافظے کا حصول

شکل ۹.۱۳ میں پتہ خارج شناخت کار استعمال کر کے تین  $8 \times 16$  حافظے (حافظہ 0، حافظہ 1، حافظہ 2) سلسلہ وار جوڑے گئے ہیں۔ تین حافظوں کے ایک جیسے پتہ بٹ ساتھ ساتھ جوڑے گئے ہیں۔ یوں تینوں کے  $A_0$  ایک ساتھ جڑے ہیں، وغیرہ۔ اسی طرح ایک جیسے مواد بٹ ساتھ ساتھ جوڑے گئے ہیں، لہذا تینوں  $D_0$  ایک ساتھ جڑے ہیں، وغیرہ۔ تاہم ان کے بیدار مداحل علیحدہ علیحدہ رکھے گئے ہیں تاکہ کسی ایک وقت پر صرف ایک حافظے کا بیدار فعال (پتہ) کر کے  $A_0$  تا  $A_3$  کے ذریعہ اس ایک حافظے کے سولہ مقامات تک رسائی حاصل کی جاسکے۔

شناخت کار کو پتہ بٹ  $A_4$  اور  $A_5$  بطور مداحل مندرجہ ذیل کے جبکہ اس کے محارج  $\bar{y}_0$ ،  $\bar{y}_1$ ،  $\bar{y}_2$ ، اور  $\bar{y}_3$  ہیں، جو مطلوب حافظے کی شناخت کرتے ہیں۔ شناخت کار کا نام یہیں سے نکلا ہے۔

جیسا آپ جانتے ہیں، شناخت کار کے مداحل کی ہر ترتیب ایک منفرد محارج چنتی ہے۔ جدول ۹.۳ شناخت کار کے محارج دیتا ہے۔ اس جدول میں دائیں جانب ایک اضافی قطار بنائی گئی ہے۔ آئیں اس جدول پر غور کرتے ہیں۔ پتہ  $A_4$  اور پتہ  $A_5$  کی صورت میں  $\bar{y}_0$  پتہ ہو گا جو حافظہ 0 کے بیدار 0 کے ساتھ جڑا ہے۔ یوں  $A_5 A_4 = 00$  حافظہ 0 کی شناخت کر کے اسے بیدار کرتا ہے۔  $A_5 A_4 = 00$  رکھتے ہوئے باقی چار پتہ بٹ آزادانہ طور پر بلند یا پست کیے جاسکتے ہیں یعنی  $A_0 A_1 A_2 A_3$  کی قیمت  $0000_2$  تا  $1111_2$  ہو سکتی ہے، جو حافظہ 0 کے سولہ مقامات تک رسائی ممکن بناتا ہے۔ حافظہ 0 کے تمام مقامات تک رسائی کے



شکل ۹.۱۴: حافظے جوڑنے کا عمومی طریقہ

جدول ۹.۳: جدول برائے شکل ۹.۱۳

$A_5$	$A_4$	$\bar{y}_3$	$\bar{y}_2$	$\bar{y}_1$	$\bar{y}_0$	$A_5A_4A_3A_2A_1A_0$
0	0	1	1	1	0	000000 – 001111
0	1	1	1	0	1	010000 – 011111
1	0	1	0	1	1	100000 – 101111
1	1	0	1	1	1	110000 – 111111

لئے یوں پتہ بٹ  $A_5A_4A_3A_2A_1A_0$  کی قیمت  $000000_2$  تا  $001111_2$  ہوگی۔ جدول کی دائیں قطار میں یہ حدود درج ہیں اور شکل ۹.۱۵ میں نچلے سولہ خانے ان معتمات کو ظاہر کرتے ہیں۔ حافظہ 0 کا آخری معتم کل حافظہ کے معتم  $001111_2$  پر پایا جاتا ہے۔

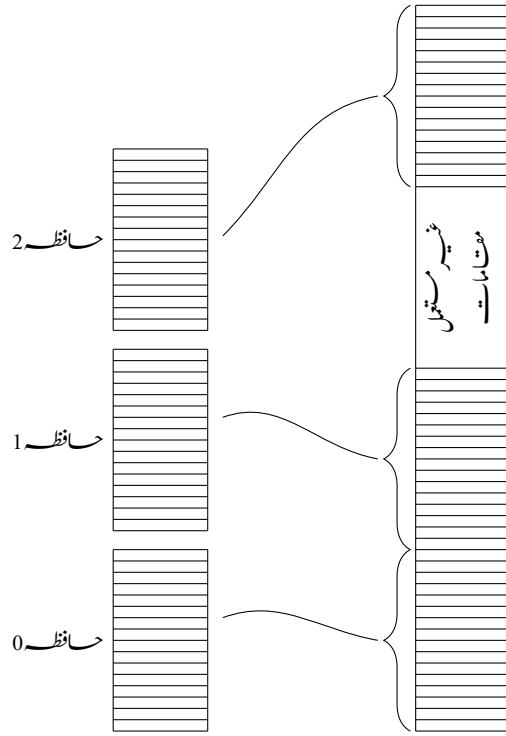
بلند  $A_4$  اور پست  $A_5$  کی صورت میں  $\bar{y}_1$  پست ہوگا جو  $\bar{y}_1$  سے جڑا ہے۔ یوں  $A_5A_4 = 01$  حافظہ 1 کی شناخت کر کے اسے بیدار کرتا ہے۔  $A_5A_4 = 01$  رکھتے ہوئے باقی چار پست بٹ آزادانہ طور پر بلند یا پست کیے جاسکتے ہیں یعنی  $A_3A_2A_1A_0$  کی قیمت  $0000_2$  تا  $1111_2$  ہو سکتی ہے، جو حافظہ 1 کے سولہ معتمات تک رسائی دیتا ہے۔ حافظہ 1 کے مختلف معتمات تک رسائی کے لئے  $A_5A_4A_3A_2A_1A_0$  کی قیمت  $010000_2$  تا  $011111_2$  ہوگی۔ جدول کی دائیں قطار میں یہ حدود درج ہیں۔ شکل ۹.۱۵ میں نیچے سے سولہ خانے چھوڑ کر اگلے سولہ خانے ان معتمات کو ظاہر کرتے ہیں۔ جیسا پہلے ذکر کیا گیا، حافظہ 0 کا آخری معتم کل حافظہ کے معتم  $001111_2$  پر پایا جاتا ہے جبکہ حافظہ 1 کا صفرواں معتم اس سے اگلے معتم یعنی  $010000_2$  پر پایا جاتا ہے۔ شکل ۹.۱۵ سے ظاہر ہے جہاں حافظہ 0 کا اختتام ہے وہیں سے حافظہ 1 کی شروعات ہوتی ہے۔

پست  $A_4$  اور بلند  $A_5$  پست  $\bar{y}_2$  دے گا جو کہ کسی بھی حافظے کے ساتھ نہیں جڑا۔ یوں  $A_5A_4 = 10$  کسی بھی حافظے کی شناخت نہیں کرتے لہذا باقی چار پست بٹ کی قیمتیں  $0000_2$  تا  $1111_2$  کرنے سے کسی بھی حافظے کی کسی بھی معتم تک رسائی نہیں ہوگی۔ یوں پست  $100000_2$  تا  $101111_2$  حافظے کے کسی بھی معتم تک رسائی نہیں دیں گے لہذا اس خطے میں نہ مواد لکھا جاسکتا ہے اور نہ ہی اس خطے سے مواد پڑھا جاسکتا ہے۔ جدول کی دائیں قطار میں یہ حدود درج ہیں۔ شکل ۹.۱۵ میں انہیں غیر مستعمل مقامات لکھ کر ظاہر کیا گیا ہے۔

بلند  $A_4$  اور بلند  $A_5$  پست  $\bar{y}_3$  دے کر حافظہ 3 کو بیدار کرتا ہے۔  $A_5A_4 = 11$  رکھتے ہوئے باقی چار پست بٹ کی قیمتیں  $0000_2$  تا  $1111_2$  کرنے حافظہ 3 کے سولہ معتمات تک رسائی ہوگی۔ یوں  $A_5A_4A_3A_2A_1A_0$  کی قیمت  $110000_2$  تا  $111111_2$  کرنے سے حافظہ 3 کے سولہ معتمات تک رسائی ہوگی۔ جدول کی دائیں قطار میں یہ حدود درج ہیں۔ شکل ۹.۱۵ میں بالائی سولہ خانے ان معتمات کو ظاہر کرتے ہیں۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ جہاں حالی معتمات کا اختتام ہوتا ہے وہیں سے حافظہ 3 شروع ہوتا ہے۔

یہاں کل چھ پستہ بٹ  $A_0$  تا  $A_5$  استعمال کیے گئے جو چونکہ  $(2^6 = 64)$  معتمات تک رسائی دے سکتے ہیں۔ ہم نے سولہ سولہ لفظ کے تین حافظے استعمال کرتے ہوئے اڑتالیس  $(16 \times 3 = 48)$  معتمات استعمال کیے جبکہ سولہ  $(64 - 48 = 16)$  معتمات (غالب مقامات) کا استعمال نہیں کیا گیا۔ اگرچہ ان تین حافظوں کو سلسلہ وار جوڑا گیا ہے، تاہم ان میں صرف حافظہ 0 اور حافظہ 1 متفریق متفریق ہیں جبکہ حافظہ 3 دور رکھا گیا



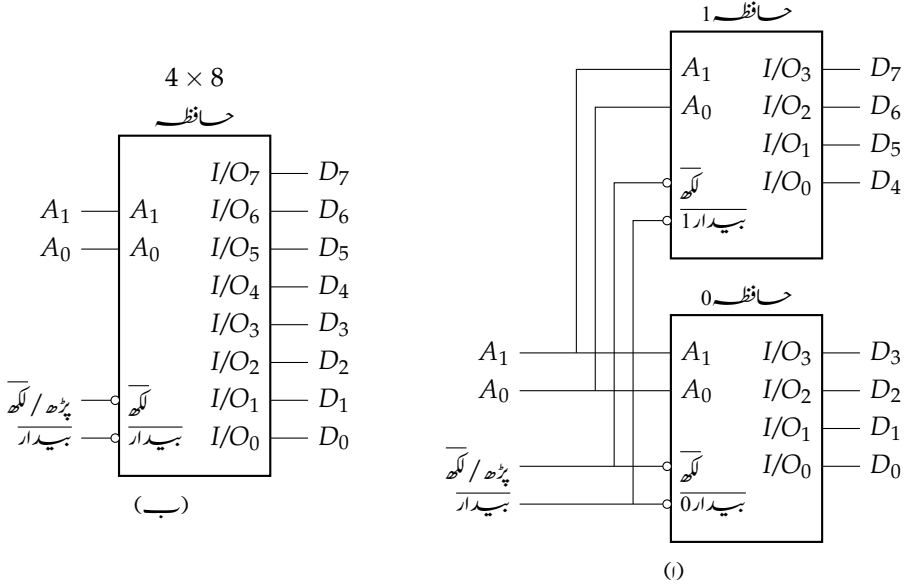


شکل ۹.۱۵: متحمل اور غیر متحمل معتمات (برائے شکل ۹.۱۴)

ہے۔ ہم سولہ لفظ کا مزید ایک حافظہ شناخت کار کے ساتھ جوڑ کر تمام چونٹھ معتمات بروئے کار لاسکتے ہیں۔

### ۹.۳.۳ دو $4 \times 4$ حافظے متوازی جوڑ کر $4 \times 8$ حافظے کا حصول

شکل ۹.۱۶-۱ میں دو  $4 \times 4$  حافظے متوازی جوڑ کر ایک  $4 \times 8$  حافظے حاصل کیا گیا ہے۔ دونوں حافظے بیک وقت بیدار ہوتے ہیں اور پتہ کے دو ہٹ  $A_0$  اور  $A_1$  دونوں حافظوں کے چار معتمات تک رسائی دیتے ہیں۔ حافظہ 0 کے مواد کو  $D_0$  تا  $D_3$  جبکہ حافظہ 1 کے مواد کو  $D_4$  تا  $D_7$  تصور کر کے ان ( $D_0$  تا  $D_7$ ) آٹھ بٹوں کو ایک بانڈ تصور کیا جاسکتا ہے۔ اس طرح متوازی جبرے دو حافظوں کو  $4 \times 8$  استعداد کا ایک حافظہ تصور کیا جاسکتا ہے جسے شکل-ب میں تصوراتی شکل دی گئی ہے۔



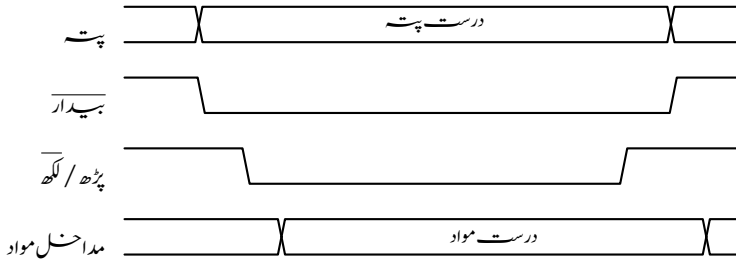
شکل ۹.۱۶: حافظوں کو متوازی جوڑ کر لفظ کی لمبائی بڑھائی گئی ہے۔

## ۹.۴ حافظے کے اوقات کار

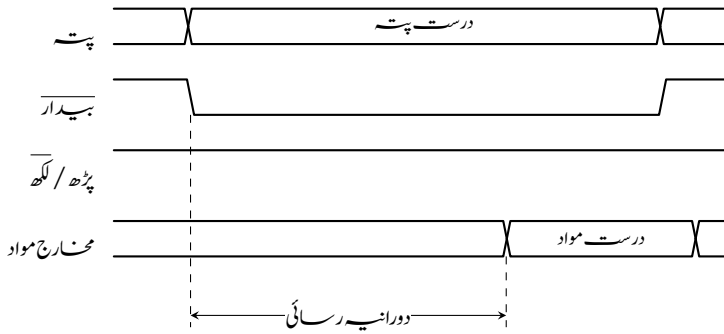
حافظہ عموماً خود عامل کار<sup>۲۴</sup> (مائیکروپراسیسر) کے ساتھ منسلک استعمال کیا جاتا ہے۔ عام طور پر مخلوط ادوار کوئی مخصوص کام سرانجام دینے کے لئے تخلیق کیے جاتے ہیں۔ حشر د عامل کار ان سے مختلف نوعیت کا مخلوط دور ہے جو احکاماتے<sup>۲۵</sup> پر چلتا ہے۔ ان احکامات کو تبدیل کر کے مائیکروپراسیسر سے مختلف کام لیے جاسکتے ہیں۔ یہ احکامات (پہلے سے) پختہ حافظے میں لکھے جاتے ہیں جہاں سے مائیکروپراسیسر انہیں پڑھ کر ان کی تعمیل کرتا ہے۔ مائیکروپراسیسر کے ساتھ عموماً عارضی حافظہ منسلک کیا جاتا ہے جہاں یہ عارضی مواد لکھ کر ذخیرہ کر سکتا ہے، جنے مائیکروپراسیسر بعد میں پڑھ سکتا ہے۔ مختلف صنعت کاروں کے تخلیق کردہ حشر د عامل کار کے اپنے اپنے مخصوص احکامات ہوں گے جنہیں یہ سمجھ سکتا ہے اور جن پر یہ عمل کر سکتا ہے۔ کسی بھی مائیکروپراسیسر کے تمام احکامات کو اس مائیکروپراسیسر کی مادر زبان<sup>۲۶</sup> کہتے ہیں جبکہ کسی ایک حکم کو ہدایتے<sup>۲۷</sup> کہتے ہیں۔

حشر د عامل کار بیرونی حشرے مخلوط ادوار کے ساتھ گفتگو بذریعہ پستہ، مواد اور وقت ابوا اشارات کرتا ہے۔ شکل ۹.۱۷ میں حشر د عامل کار بیرونی حشرے عارضی حافظے سے گفتگو کر رہا ہے۔ اس گفتگو کا مقصد حافظہ

microprocessor<sup>۲۴</sup>  
commands<sup>۲۵</sup>  
assembly language<sup>۲۶</sup>  
instruction<sup>۲۷</sup>



شکل ۹.۱۷: حافظہ میں مواد لکھنے کا عمل



شکل ۹.۱۸: حافظہ سے مواد پڑھنے کا عمل

میں مواد لکھنا ہے۔ گفتگو کا آغاز اس وقت ہوتا ہے جب حنرد عامل کار درکار عارضی حافظہ کا پتہ خارج کرتا ہے۔ اس پتے کے چند ہندسے عارضی حافظہ کی نشاندہی (بذریعہ شناخت کار) کرتے ہیں اور باقی حافظہ میں لکھنے کے مقام کی نشاندہی کرتے ہیں۔ شناخت کار چند ہی لمحوں میں پتے (کے چند نشانی ہندسوں) سے درکار عارضی حافظہ کے مخلوط دور کی شناخت کر کے اسے بیدار کرتا ہے۔ شکل میں 'بیدار' مداحل کا 'پتہ' ہونا اس عمل کو ظاہر کرتا ہے۔ حنرد عامل کار خارجی متاثرہ پڑھ / لکھ پتے کے حافظہ کو خبردار کرتا ہے کہ حنرد عامل کار حافظہ میں مواد لکھنا چاہتا ہے اور ساتھ ہی اس مواد کو خارج کرتا ہے۔ اس مواد کو درست مواد لکھ کر ظاہر کیا گیا ہے۔ حافظہ اس مواد کو پڑھ / لکھ اشارے کے کنارہ چڑھائی پر مطلوب مقام پر (جس کی نشاندہی باقی پتہ بٹ کرتے ہیں) محفوظ کرتا ہے۔ حنرد عامل کار کسی بھی ایسے عمل کے دوران پتے برقرار رکھتا ہے۔ یاد رہے، پڑھ / لکھ کے کنارہ چڑھائی سے قبل درست مواد مہیا کر دیا جاتا ہے جو کنارہ گزرنے کے بعد چند لمحات تک برقرار رہتا ہے۔ پتے کی تبدیلی کو دو لکیریوں کی آپس میں جگہ بدلنے سے ظاہر کیا گیا ہے۔

شکل ۹.۱۸ میں حنرد عامل کار حافظہ سے مواد پڑھنا چاہتا ہے۔ اس گفتگو میں حنرد عامل کار پڑھ / لکھ بلند رکھ کر پتہ خارج کرتا ہے۔ اس پتے کے چند ہندسے عارضی حافظہ کی اور باقی حافظہ سے مواد

پڑھنے کے مقام کی نشاندہی کرتے ہیں۔ شناخت کار چند ہی لمحوں میں (پتے کے چند ہندسوں سے) حافظے کی نشاندہی کر کے اسے خبردار کرتا ہے کہ حنرد عامل کار حافظے سے مواد پڑھنا چاہتا ہے۔ حافظہ بیدار ہوتے ہی اس کوشش میں لگ جاتا ہے کہ درکار مقام سے مواد حاصل کر کے حنرد عامل کار کے حوالے کرے۔ ایسا کرنے کے لئے حافظہ کو کچھ وقت درکار ہو گا جسے حافظہ کا دورانیہ <sup>۲۸</sup> رسائی کہتے ہیں۔ حافظہ مطلوب مقام سے مواد حاصل کر کے خارج کرتا ہے۔ اس مواد کو ”درست مواد“ کہا گیا ہے۔ حنرد عامل کار مواد کو درست پتے کے اختتام (یعنی بیدار کے کنارہ چپڑھائی) پر پڑھتا ہے۔ حنرد عامل کار اس مواد کو پڑھنے کے بعد اگلا ہدایت پختہ حافظے سے پڑھ کر اس کی تعمیل کرتا ہے۔

مشق ۹.۲: انٹرنیٹ سے عارضی حافظہ 6116 ، 74LS219 ، اور پختہ حافظہ 2732 کے دورانیہ رسائی معلوم کریں۔

مثال ۹.۱: شکل ۹.۱۹ میں 74LS219 حافظہ کا دورانیہ پیش کیا گیا ہے۔ کسی بھی مخلوط دور کی طرح، اس حافظہ کو استعمال کرنے کے لئے ضروری ہے کہ اس کو برقی طاقت فراہم کی جائے، جو پتیا 8 اور 16 پر فراہم کرنی ہوگی؛ پتیا 8 کے لحاظ سے 16 پر مثبت پانچ وولٹ دینا ہوگا؛ یوں پتیا 8 برقی زمین ہے۔

$a_0$  تا  $a_3$  سوئچ پتے تعین کرتے ہیں۔  $d_0$  تا  $d_3$  سوئچ لکھا گیا مواد تعین کرتے ہیں۔

### حافظے کے مختلف مقامات تک رسائی

حافظے کے چار پتے  $A_0$  تا  $A_3$  ہیں جو  $16_{10}$  مقامات تک رسائی دیں گے۔ ان مقامات تک رسائی سوئچ  $a_0$  تا  $a_3$  استعمال کر کے ہوگی۔ شکل ۹.۱۹ میں یہ سوئچ منقطع (کھڑا) دکھائے گئے ہیں۔ پتے کا کھڑا سوئچ بلند پت (1) ظاہر کرتا ہے۔ غیر منقطع (بیٹھا) سوئچ پست پت (0) ظاہر کرتا ہے۔ دکھائی گئی شکل میں پست 11112 ہے۔

### مواد کی تیاری

داخلی مواد کے پت  $D_0$  تا  $D_3$  ہیں لہذا حافظہ میں چار پت مواد ذخیرہ ہو سکتا ہے۔ خارجی مواد کے پت  $O_0$  تا  $O_3$  ہیں۔ سوئچ  $d_0$  تا  $d_3$  لکھی جانی والی معلومات دیتے ہیں۔ ہر ایک سوئچ ایک پت کو ظاہر کرتا ہے۔ اگر ہم چاہتے ہیں کہ حافظہ کے کسی مقام سے  $1100_2$  پڑھا جائے، ہم اس مقام پر  $1100_2$  لکھیں گے جو  $d_0$  اور  $d_1$  غیر منقطع جبکہ  $d_2$  اور  $d_3$  منقطع کرنے سے ملتا ہے۔ آپ نے دیکھا کہ کھڑا سوئچ بلند پت لکھے گا اور جو حافظہ سے پڑھتے وقت 1 دیگا۔



## حافظہ کی برنامه نویسی

حافظہ کی برنامه نویسی (جس سے مسرہ حافظہ میں مواد لکھنا ہے) کے لئے  $S_2$  سوئچ برقی زمین سے جوڑ کر (جیسا شکل میں دکھایا گیا ہے) مخلوط دور کا بیدار پست (فعال) کیا جاتا ہے۔ سوئچ  $S_1$  بٹھانے سے لکھ مداحل پست (فعال) ہوگا اور داخلی مواد حافظہ میں داخل ہوگا۔ سوئچ  $S_1$  کھڑا کرنے سے لکھ بلند ہو کر حافظہ میں مواد محفوظ کرتا ہے۔ اس کے بعد  $S_2$  کھڑا کیا جاسکتا ہے۔

فرض کریں ہم درج ذیل محفوظ کرنا چاہتے ہیں۔

پست	مواد
0000	1111
0001	1110
0010	1101
0011	1000

سوئچ  $S_2$  کو زمینی (برنامہ نویسی کے) مقام پر رکھنے سے آغاز کریں۔ مقام 0000 پر 1111 لکھنے کے لئے پست اور مواد کے سوئچ درج ذیل رکھیں، جہاں ”ب“ سے مسرہ سوئچ، بٹھانا اور ”ک“ سے مسرہ سوئچ کھڑا رکھنا ہے۔

مواد				پست			
$d_3$	$d_2$	$d_1$	$d_0$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
ک	ک	ک	ک	ب	ب	ب	ب

ہم پست سوئچ کو  $a_3a_2a_1a_0$  اور مواد سوئچ  $d_3d_2d_1d_0$  لکھتے ہیں۔

اب  $S_1$  سوئچ کو بٹھانے سے مقام 0000 پر مواد 1111 منتقل ہوگا۔ سوئچ  $S_1$  منقطع (کھڑا) کرنے سے مواد حافظہ میں محفوظ ہوگا۔ جب تک سوئچ  $S_1$  بیٹھا رہے، مواد سوئچ تبدیل کرنے سے حافظہ میں منتقل کردہ مواد بھی تبدیل ہوگا؛ سوئچ کھڑا کرنے کے بعد مواد سوئچ کی تبدیلی کا حافظہ میں لکھے گئے مواد پر اثر نہیں ہوگا۔ اسی طرح بیٹھے  $S_1$  کے دوران پست سوئچ تبدیل کرنے سے منتقل کا مقام تبدیل ہوگا۔ یوں جس لئے  $S_1$  کھڑا ہوگا اس لئے پست سوئچ، حافظہ میں مقام اور مواد سوئچ، لکھا گیا مواد تعین کرتے ہیں۔ گویا لکھ اشارے کے کنارہ چڑھائی پر حافظہ میں مواد لکھا جاتا ہے۔ سوئچ  $S_1$  منقطع (کھڑا) کرنے سے پڑھ / لکھ بلند ہو کر حافظہ کو ”پڑھ“ حالت میں ڈالتا ہے۔ ہم اب کسی دوسرے مقام (یا اسی مقام) پر کوئی دوسرا (یا یہی) مواد لکھنے کے لئے تیار ہیں۔

اگلے مقام 0001 پر 1110 لکھنے کے لئے سوئچ درج ذیل حالت میں ڈالیں۔ (یاد رہے  $S_2$  زمین سے جڑا ہے۔)

مواد				پست			
ک	ک	ک	ب	ب	ب	ب	ک

سوئچ  $S_1$  کو بٹھا کر دوبارہ کھڑا کرنے سے مقام 0001 پر مواد 1110 لکھا جائے گا۔ اسی طرح چلتے ہوئے حافظہ میں باقی مواد لکھا جائے گا۔

## حافظہ سے مواد کا حصول

سوئچ  $S_1$  کو کھنڈا کر کے حافظہ سے مواد پڑھا جاسکتا ہے۔ پتہ سوئچ کے ذریعہ مطلوب مقام کا پتہ حافظہ کو مہیا کر کے بیدار پست کرنے سے حافظہ  $O_0$  تا  $O_3$  پر مواد برآمد کرے گا۔ ہم حافظہ میں لکھائی کے دوران  $S_2$  کو زمین کے ساتھ جوڑ کر رکھتے ہیں جبکہ عام استعمال میں حافظہ سے مواد پڑھنے کے لئے  $S_2$  کو زمین سے منقطع کر کے اشارہ  $\bar{E}_R$  کے ساتھ جوڑتے ہیں۔ یوں جب مواد پڑھنا ہو  $\bar{E}_R$  پست کیا جائے گا اور جب حافظہ غیر مستعمل ہو،  $\bar{E}_R$  بلند رکھا جائے گا۔

□

## ۹.۵ پنختہ حافظہ سے ترکیبی ادوار کا حصول

اس کتاب کے حصہ ۵.۴ میں شناخت کار کے ساتھ ایک جمع گیٹ استعمال کر کے تفاعل کا حصول دکھایا گیا۔  $n$  بٹ پتہ والے شناخت کار کے  $2^n$  محارج دراصل پتہ بٹوں کے تمام ممکنہ مجموعہ ارکان ضربے ہوتے ہیں۔ ہر تفاعل کو مجموعہ ارکان ضرب کے روپ میں لکھ کر اسے شناخت کار کے مطلوبہ محارج اور ایک جمع گیٹ سے حاصل کیا جاسکتا ہے۔

$m$  بٹ لفظ پنختہ حافظہ میں شناخت کار اور  $m$  جمع گیٹ موجود ہوتے ہیں لہذا اس کو  $m$  تفاعل کے حصول کے لئے تشکیل<sup>۲۹</sup> دیا جاسکتا ہے۔ یوں شکل ۹.۱۱ (صفحہ ۲۲۵) کو درج ذیل آٹھ تفاعل (اگرچہ  $D_6$  تفاعل  $D_0$  دہراتا ہے) حاصل کرنے والا دور تصور کیا جاسکتا ہے۔

$$\begin{aligned}
 D_7 &= \sum (0, 3) \\
 D_6 &= \sum (1, 2) \\
 D_5 &= \sum (1, 2, 3) \\
 D_4 &= \sum (3) \\
 D_3 &= \sum (0, 1) \\
 D_2 &= \sum (0, 2) \\
 D_1 &= \sum (3) \\
 D_0 &= \sum (1, 2)
 \end{aligned}
 \tag{۹.۱}$$

ان تفاعل کو ایک مختلف نقطہ نظر سے دیکھتے ہیں۔ کمتر دو بٹ  $D_0$  اور  $D_1$  کو ایک ساتھ  $D_1 D_0$  دیکھیں تو یہ مداحل  $A_0$  اور  $A_1$  جمع کرنے والا نصف جمع کار ہے۔ اسی طرح  $D_2$  دراصل  $\bar{A}_0$  اور  $D_3$  دراصل  $\bar{A}_1$  ہے۔ اسی طرح  $D_4$  دراصل دونوں مداحل کا منطقی ضرب ہے جبکہ  $D_5$  ان کا منطقی جمع،  $D_6$  بلا شرکت جمع اور  $D_7$  ان کا متمم بلا شرکت جمع ہے۔

## سوالات

سوال ۹.۱: مختلف جامت کے حافظوں میں پتہ بٹ کی اعشاری تعداد (i) 4، (ب) 16، اور (ج) 32 ہے۔ ان حافظوں میں الفاظ ذخیرہ کرنے کے مقتم کتنے ہوں گے؟

جواب: (i) 16، (ب) 65536، (ج) 4294967296

سوال ۹.۲: حافظہ کی جامت عموماً  $N \times D$  لکھی اور پکاری جاتی ہے، جہاں  $N$  حافظہ میں الفاظ کی تعداد اور  $D$  ایک لفظ میں بٹوں کی تعداد ہے۔ یوں (i)  $8 \times 64K$ ، (ب)  $4 \times 16K$ ، (ج)  $8 \times 256K$ ، اور (د)  $32 \times 1G$  حافظوں میں پتہ پن اور مواد پن کتنے ہوں گے؟ (یاد رہے ایک ٹکوبائٹ سے مراد 1024 بائٹ ہے۔)

جواب: (i) سولہ پتہ اور آٹھ مواد پتہ، (ج) اٹھارہ پتہ اور آٹھ مواد پتہ۔

سوال ۹.۳: حافظہ کے  $50293_{10}$  پتہ پر  $172_{10}$  مواد لکھا ہے۔ اس تک رسائی کے لئے سولہ پتہ کیا ہوگا اور اس مقتم سے کیا آٹھ پتہ مواد پڑھا جائے گا؟

جواب: پتہ 101011001، مواد 1100010001

سوال ۹.۴: چار عدد  $8 \times 2K$  حافظہ اور ایک عدد  $4 \times 2$  شناخت کار کی مدد سے  $8 \times 8K$  حافظہ حاصل کریں۔

سوال ۹.۵: دو عدد  $8 \times 256K$  حافظے استعمال کر کے  $16 \times 256K$  حافظہ حاصل کریں۔

سوال ۹.۶: چار پتہ اور آٹھ مواد بٹ حافظہ استعمال کر کے نو کا پہلا حاصل کرنا ہے۔ حافظہ کو شنائی سر موز اعشاری روپ میں 0 تا 9 اعشاری عدد بطور پتہ فہرہم کیا جائے گا۔ حافظہ نے مواد پتہ پر جواب شنائی سر موز اعشاری روپ میں پیش کرنا ہے۔ مثلاً، اگر اسے دو (00102) فہرہم کیا جائے تو یہ اٹھارہ (000110002) خارج کرے۔ (i) حافظہ میں لکھا مواد جدول کی شکل میں لکھیں۔ (ب) حافظہ میں کتنے مقتم غیر مستعمل ہوں گے؟

جواب: چھ مقتم غیر مستعمل ہوں گے۔

مواد	مقتم
0000	0000 0000
0001	0000 1001
0010	0001 1000
0011	0010 0111
0100	0011 0110
0101	0100 0101
0110	0101 0100
0111	0110 0011
1000	0111 0010
1001	1000 0001

سوال ۹.۷: چار پتہ شنائی عدد میں 1 کی تعداد جاننا مقصود ہے۔ اس کام کے لئے  $4 \times 16$  حافظہ استعمال



کیا جاتا ہے۔ حافظہ کو شنائی عدد بطور پتہ مہیا کیا جاتا ہے۔ حافظہ نے اس عدد میں 1 کی تعداد بطور مواد خارج کرنا ہے۔ یوں اگر 1011 منراہم کیا جائے تو 0011<sub>2</sub> وصول ہوگا۔ حافظہ میں لکھا گیا مواد جدول میں لکھیں۔

جواب:

اکتیاں	عدد
0000	0000
0001	0001
0010	0001
0011	0010
0100	0001
0101	0010
0110	0010
0111	0011
1000	0001
1001	0010
1010	0010
1011	0011
1100	0010
1101	0011
1110	0011
1111	0100

سوال ۹.۸: انٹرنیٹ سے (ا) 2708، (ب) 2732، (ج) 2764، (د) 27256، (ه) 6116، اور (و) 62256 حافظوں کے معلوماتی صفحات حاصل کر کے ان کی قسم (یعنی پختہ یا عارضی)، جامت اور دورانیہ رسائی دریافت کریں۔ (یہ حافظے مختلف دورانیہ رسائی کی صلاحیت کے لئے دستیاب ہیں۔)

## باب ۱۰

# قابل تشکیل ترکیبی منطقی ادوار

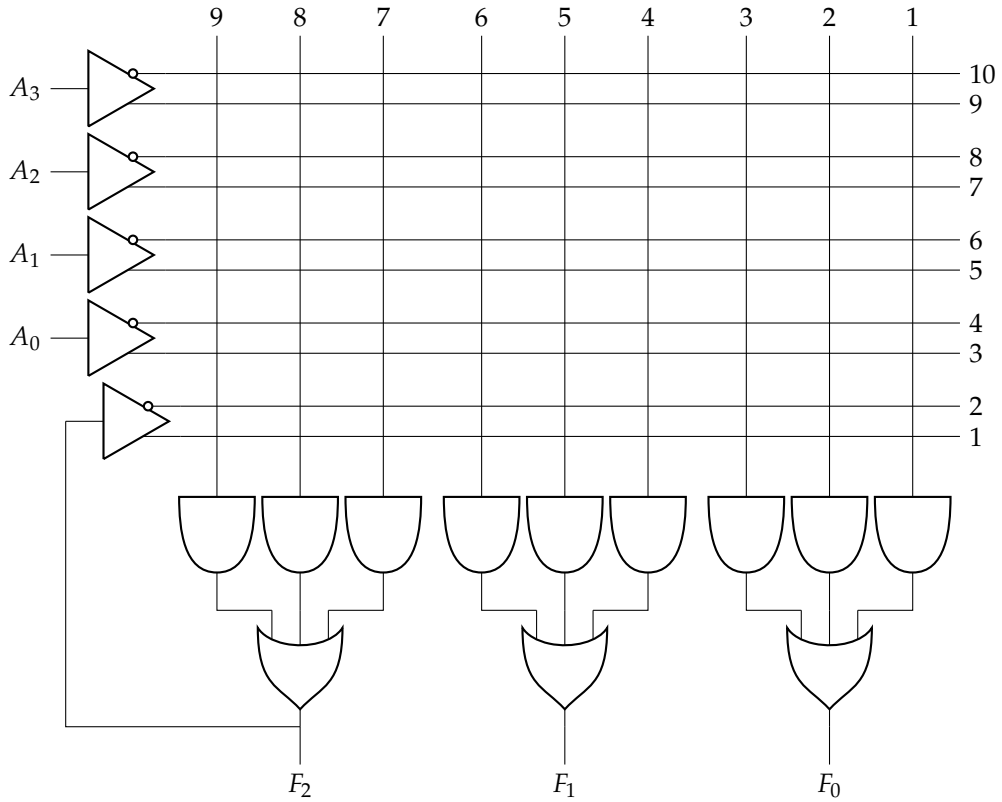
پختہ حافظہ استعمال کرتے ہوئے تفاعل کا حصول گزشتہ باب میں دکھایا گیا۔  $m$  پختہ پختہ حافظہ میں تمام ممکن  $2^m$  ارکان ضرب موجود ہوتے ہیں جنہیں جمع گیٹوں سے جوڑ کر درکار تفاعل حاصل کیے جاسکتے ہیں۔ پختہ حافظہ قابل تشکیل ترکیبی منطقی ادوار<sup>۱</sup>، جن پر یہاں غور کیا جائے گا، کی ایک قسم ہے۔

قابل تشکیل ترکیبی منطقی ادوار کی پہلی قسم قابل تشکیل جمع ترکیبی منطقی ادوار<sup>۲</sup> ہے، جن میں پہلا صنف ضرب گیٹ اور دوسرا جمع گیٹ کا ہوتا ہے اور جو مجموعہ ارکان ضرب کی صورت میں تفاعل دیتے ہیں۔ ضرب گیٹوں کی صنف میں داخلی برقی جوڑا مل جبکہ دوسری صنف کے جمع گیٹوں کے داخلی برقی جوڑا قابل تشکیل ہوتے ہیں۔ پختہ حافظہ اس قسم میں شمار ہوتا ہے۔

قابل تشکیل ترکیبی منطقی ادوار کی دوسری قسم قابل تشکیل ضرب ترکیبی منطقی ادوار<sup>۳</sup> ہے، جن میں پہلا صنف ضرب گیٹ اور دوسرا جمع گیٹ کا ہوتا ہے اور جو مجموعہ ارکان ضرب کی صورت میں تفاعل دیتے ہیں۔ پہلی صنف کے ضرب گیٹوں کے داخلی برقی جوڑا قابل تشکیل جبکہ دوسری صنف کے جمع گیٹوں کے داخلی برقی جوڑا مل ہوتے ہیں۔

تیسری اور سب سے زیادہ چمک دار قابل تشکیل ترکیبی منطقی ادوار کی قسم میں پہلی صنف کے ضرب گیٹوں کے داخلی جوڑا اور دوسری صنف کے جمع گیٹوں کے داخلی جوڑا دونوں قابل تشکیل ہوتے ہیں۔ انہیں قابل تشکیل ضرب و جمع ترکیبی منطقی ادوار<sup>۴</sup> کہتے ہیں۔

<sup>۱</sup>programmable logic devices (PLDs)  
<sup>۲</sup>programmable array logic (PAL)  
<sup>۳</sup>programmable logic array (PLA)  
<sup>۴</sup>CPLD, complex programmable logic devices



شکل ۱۰:۱: قابل تشکیل ضرب جوڑ والے ترکیبی دور کی عمومی ساخت

مذکورہ بالا ادوار پر وگرا مر ۵ (مخلوط دور برنامہ نویس) سے تفصیل دیے جاتے ہیں۔

## ۱۰.۱ قابل تشکیل ضرب ترکیبی منطقی ادوار

متبادل تشکیل ضرب ترکیبی منطقی ادوار کی عمومی ساخت شکل ۱۰.۱ میں دکھائی گئی ہے جہاں دور کے چار مداحل اور تین محارج ہیں۔ ان ادوار میں عموماً کئی محارج اشارے بھی بطور مداحل استعمال کیے جاتے ہیں جیسے یہاں  $F_2$  استعمال کیا گیا ہے۔

دکھائے گئے دور کے تین یکساں حصے ہیں۔ ہر حصہ میں دس مداخلتیں ضرب گیٹ ہیں جو تین مداخلتیں ایک جمع گیٹ کو جلاتے ہیں۔ ضرب گیٹ کے مداخلتیں متبادل تشکیل جبکہ جمع گیٹ کے مداخلتیں اٹل ہیں۔ دور کے کُل چار

مداخلہ ہیں جنہیں مستحکم کار سے گزار کر ان کے متمم بھی ضرب گیٹ کو مہیا کیے گئے ہیں۔ اس دور میں 10 داخلی کل 9 جمع گیٹ ہیں لہذا اس میں  $9 \times 10 = 90$  فہستہ ہوں گے۔

عام دستیاب ادوار میں مداخلہ اور مخارج کی تعداد اس سے زیادہ ہوگی، مثلاً ان میں سولہ مداخلہ، آٹھ مخارج اور آٹھ یکاں اندرونی حصے ہو سکتے ہیں جن میں ہر حصہ آٹھ ضرب اور ایک جمع گیٹ پر مشتمل ہوگا۔ مزید مخارج اشاروں پر مستحکم کار نصب ہو سکتے ہیں جنہیں بلند رکاوٹی حال کیا جاسکتا ہے۔

آئیں اس دور کو استعمال کرتے ہوئے درج ذیل تفاعل حاصل کرتے ہیں جو ارکان ضرب کے روپ میں دیے گئے ہیں۔

$$\begin{aligned} F_0(A, B, C, D) &= \sum(4, 5, 10, 14) \\ F_1(A, B, C, D) &= \sum(0, 1, 5, 7, 9, 13, 14, 15) \\ F_2(A, B, C, D) &= \sum(0, 1, 5, 7, 14, 15) \end{aligned} \quad (10.1)$$

کارخانہ نقشہ جات سے ان تفاعل کا درج ذیل سادہ روپ حاصل کیا جاسکتا ہے۔

$$\begin{aligned} F_0 &= \overline{ABC} + AC\overline{D} \\ F_1 &= \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}BD + ABC + A\overline{B}C = F_2 + A\overline{B}C \\ F_2 &= \overline{A}\overline{B}\overline{C} + \overline{A}BD + ABC \end{aligned} \quad (10.2)$$

ان مساواتوں میں کوئی بھی ضربی رکن تین سے زیادہ مداخلہ پر مشتمل نہیں لہذا درج بالا تفاعلات کو شکل ۱۰.۱ میں پیش و قابل تشکیل ترکیبی منطقی دور استعمال کر کے حاصل کیا جاسکتا ہے۔ شکل ۱۰.۲ میں درج بالا تفاعلات کا دور دکھایا گیا ہے جہاں سالم جوڑ صلیبی نشان سے ظاہر کیے گئے ہیں۔ باقی جوڑ منقطع کیے گئے ہیں۔

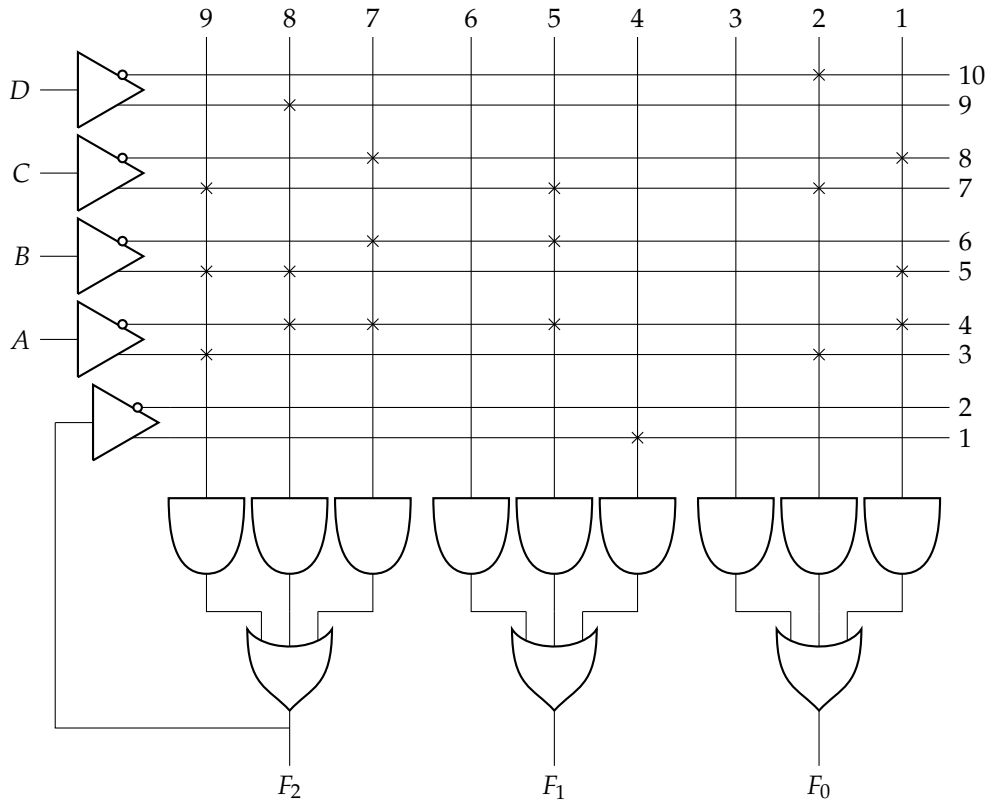
## ۱۰.۲ قابل تشکیل ضرب و جمع ترکیبی منطقی ادوار

ان ادوار میں بھی پہلی صف ضرب گیٹ اور دوسری صف جمع گیٹوں کی ہوتی ہے البتہ ان میں ضرب گیٹوں اور جمع گیٹوں کے تمام جوڑ قابل تشکیل ہوتے ہیں۔ یوں استعمال کے نکتہ نظر سے یہ نہایت پلک دار ہوتے ہیں۔

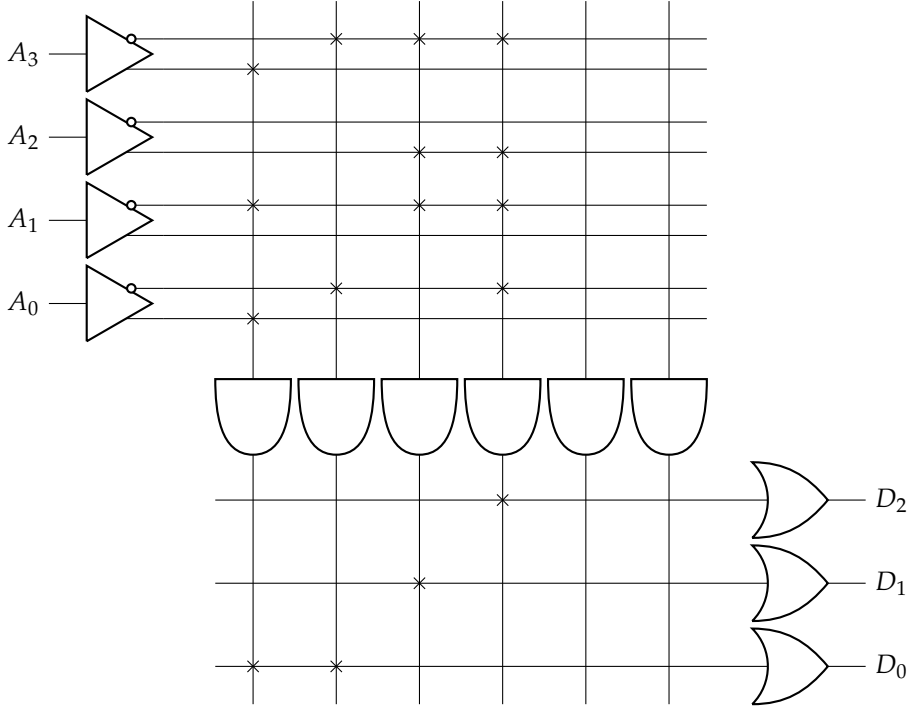
شکل ۱۰.۳ میں قابل تشکیل ضرب و جمع ترکیبی منطقی دور دکھایا گیا ہے۔ اس دور میں تمام ضرب گیٹوں کے داخلی جوڑ اور تمام جمع گیٹوں کے داخلی جوڑ قابل تشکیل ہیں۔ اس دور میں آٹھ داخلی چھ ضرب گیٹ اور چھ داخلی تین جمع گیٹ ہیں۔ یوں اس میں کل جوڑ 66 ہوں گے۔

اس شکل میں درج ذیل تین تفاعل حاصل کیے گئے ہیں جہاں صلیبی نشان سلامت جوڑ کو ظاہر کرتے ہیں۔ ان تفاعل کے حصول میں چار ضرب گیٹ اور تینوں جمع گیٹ کی ضرورت پیش آئی، جبکہ دو ضرب گیٹ زیر استعمال نہیں آئے۔

$$\begin{aligned} D_2 &= \overline{A_0}\overline{A_1}A_2\overline{A_3} \\ D_1 &= \overline{A_1}A_2\overline{A_3} \\ D_0 &= A_0\overline{A_1}A_3 + \overline{A_0}\overline{A_3} \end{aligned} \quad (10.3)$$



شکل ۱۰.۲: تین تفسعات کا حصول



شکل ۱۰.۳: چھ ضرب اور تین جمع گیٹ پر مشتمل تابل تشکیل ضرب و جمع منطقی ترکیبی دور

یہاں دکھایا گیا قابل تشکیل ضرب و جمع ترکیبی منطقی دور صرف سمجھانے کی خاطر ہے۔ حقیقی ادوار میں کئی گنا زیادہ مداحصل، محارج، اور گیٹ ہوں گے۔ شنائی تفاعل کی سادہ ترین صورت حاصل کر کے اسے مخلوط دور میں ڈالا جاتا ہے۔ سادہ ترین روپ کا حصول، جو عموماً ایک مشکل کام ہوگا، کمپیوٹر کے ذریعے کیا جاتا ہے۔ منقطع ہونے والے فنتیوں کی معلومات بھی کمپیوٹر منسراہم کرتا ہے۔ فنتیلے مخلوط ادوار کا پروگرام منقطع کرتا ہے۔

جیاحص ۳.۱۳ میں ذکر کیا گیا، ضرب و جمع دور کو ضرب متمم و ضرب متمم سے حاصل کیا جاسکتا ہے۔ اسی طرح ضرب متمم گیٹ کے تمام مداحصل ایک ساتھ جوڑنے سے نفی گیٹ حاصل ہوتا ہے۔ اسی لئے حقیقتاً قابل تشکیل ادوار صرف ضرب متمم گیٹ سے بنائے جاتے ہیں۔ شکل ۱۰.۳ میں تمام ضرب، جمع اور نفی گیٹ کی جگہ ضرب متمم نب کرنے سے ایسا دور حاصل ہوگا۔ ایسا دور قابل تشکیل ضرب متمم و ضرب متمم منطقی دور کہلائے گا۔

### ۱۰.۳ قابل تشکیل ترتیبی ادوار

جیاس باب کی شروع میں ذکر ہوا، وسیع پیمانے کے مخلوط ادوار ترتیبی بناوٹ رکھتے ہیں۔ قابل تشکیل ترکیبی ادوار کے ساتھ پلاٹ منسلک کر کے قابل تشکیل ترتیبی ادوار حاصل کیے جاتے ہیں۔ اس طرح کے یکاں کئی حصے ایک مخلوط دور پر میں ڈال کر پیچیدہ قابل تشکیل ترتیبی ادوار بنائے جاتے ہیں۔ ان ادوار میں تمام انفرادی حصوں کے مابین، قابل تشکیل ترکیبی ادوار کی طرح، برقی جوڑوں (فنتیوں) کا جال بچھایا جاتا ہے، اور بیرونی مداحصل کے ساتھ ساتھ دور کے محارج بطور مداحصل استعمال کیے جاسکتے ہیں۔

انتہائی وسیع پیمانے کے مخلوط ادوار<sup>۸</sup> کی بناوٹ صف در صف گیٹوں پر مبنی ہوتی ہے۔ ایسے جدید مخلوط ادوار میں گیٹوں کی تعداد یوں میں ہوتی ہے۔

انتہائی وسیع پیمانے کے مخلوط ادوار کا ذکر کرتے ہوئے مور کی پیشین گوئی کا ذکر کرنا لازم ہے جس نے ۱۹۶۵ء میں پیشین گوئی کی کہ مخلوط ادوار میں گیٹوں کی تعداد ہر دو سال میں دگنی ہوگی۔ یہ پیشین گوئی جسے مور کا قانون<sup>۹</sup> کہتے ہیں اب تک درست ثابت ہوتا آ رہا ہے۔

انتہائی وسیع پیمانے کے مخلوط دور تشکیل دینے کی خاطر تفاعل میں مستعمل گیٹ اور ان کے بیچ جوڑ کی معلومات مخلوط دور تیار کرنے والے صنعت کار کو منسراہم کیا جاتا ہے۔ مخلوط دور بناتے وقت اس معلومات کے تحت گیٹوں کے بیچ درکار جوڑ بنا دیے جاتے ہیں۔ کبھی کبھار صنعت کار صارف کے ضرورت کے مطابق مخلوط دور تیار کرتا ہے۔ ایسے تیار کیے جانے والے ادوار کو خصوصی استعمال کے مخلوط ادوار<sup>۱۰</sup> کہتے ہیں۔

اس سلسلہ کی آخری قسم موقع پر قابل تشکیل گیٹے صف<sup>۱۱</sup> ہے جو دراصل انتہائی وسیع پیمانے کے مخلوط ادوار کی وہ قسم

<sup>۸</sup> largescaleintegration (LSI)

<sup>۹</sup> complexPLD (CPLD)

<sup>۸</sup> verylargescaleintegration (VLSI)

<sup>۹</sup> Moore's law

<sup>۱۰</sup> applicationspecificintegratedcircuit (ASIC)

<sup>۱۱</sup> fieldprogrammablegatearray (FPGA)

ہے جسے صرف خود تشکیل دے سکتا ہے۔ انہیں بار بار تشکیل دیا جاسکتا ہے۔ ان ادوار میں گیٹ، پلٹ، شناخت کار، عارضی حافظہ اور اس قسم کے دیگر ادوار پائے جاتے ہیں۔ موقع پر قابل تشکیل گیٹ صف استعمال کرنے کی خاطر کمپیوٹر کا بھرپور استعمال کیا جاتا ہے۔ کمپیوٹر کے مدد سے تیار کرنے کی خاطر کئی کمپیوٹر پروگرام استعمال کیے جاسکتے ہیں۔

مشق ۱۰.۱: انٹرنیٹ سے EPM7032 مخلوط دور کے معلوماتی صفحات حاصل کریں۔ (i) اس میں کتنے یکساں جے ہیں؟ (ب) کیا ہر جے میں پلٹ بھی پایا جاتا ہے؟

## سوالات

سوال ۱۰.۱: تین کے پہاڑے کا حصول۔ قابل تشکیل ضرب منطقی دور استعمال کر کے ایسا دور تخلیق دیں جس کا مداحل شنائی عدد  $A_3A_2A_1A_0$  اور محارج عدد د کا تین گنا ہو۔

سوال ۱۰.۲: قابل تشکیل ضرب منطقی دور سے نصف جمع کار کا حصول۔ ایسا دور تخلیق دیں جو شنائی عدد  $A_3A_2A_1A_0$  اور  $A_7A_6A_5A_4$  جمع کرتا ہو۔

سوال ۱۰.۳: قابل تشکیل ضرب منطقی دور سے مکمل جمع کار کا حصول۔ ایسا دور تخلیق دیں جو شنائی اعداد  $A_3A_2A_1A_0$ ،  $A_7A_6A_5A_4$  اور حاصل  $A_8$  جمع کر کے  $D_5D_4D_3D_2D_1D_0$  حارج کرتا ہو۔

سوال ۱۰.۴: قابل تشکیل ضرب متمم و ضرب متمم منطقی دور استعمال کر کے مساوات ۱۰.۳ کا دور تخلیق دیں۔

سوال ۱۰.۵: قابل تشکیل ضرب متمم و ضرب متمم منطقی دور استعمال کرتے ہوئے ایسا دور تخلیق دیں جو شنائی مسر موز اعشاری اعداد  $A_3A_2A_1A_0$  اور  $A_7A_6A_5A_4$  کا شنائی مسر موز حاصل ضرب حارج کرتا ہو۔





## باب ۱۱

### غیر معاصر ترتیبی ادوار

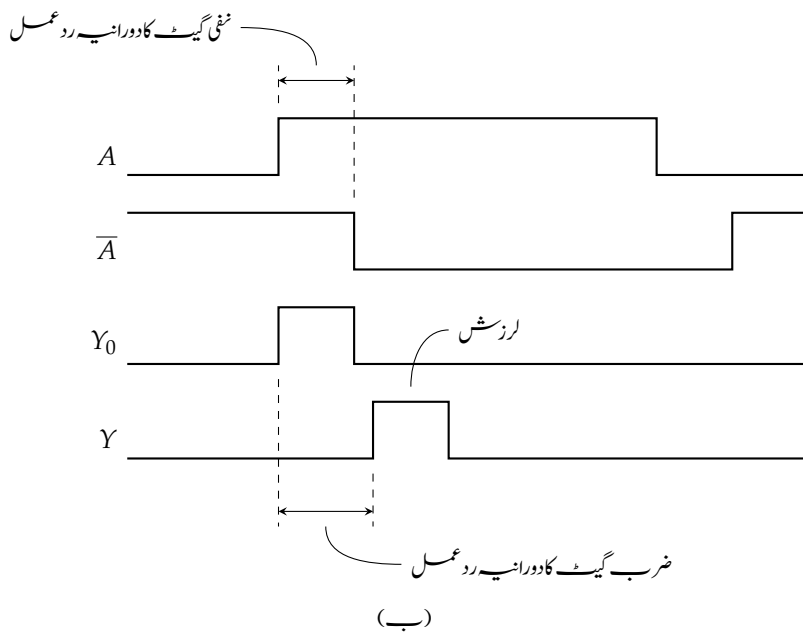
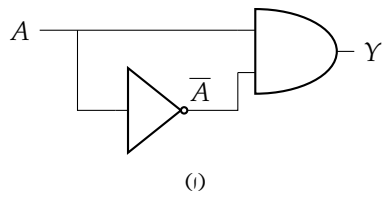
وسیع پیمانہ عددی ادوار عموماً معاصر ادوار کے طرز پر بنائے جاتے ہیں۔ ان کے اگلے حال مکمل طور پر موجودہ حال سے حاصل ہوتے ہیں۔ حال صرف ساعت کے کنارے پر تبدیل ہوتے ہیں اور باقی اوقات کے لئے انہیں غیر متغیر تصور کیا جاسکتا ہے۔ ساعت کے کنارے سے چند لمحات قبل تا چند لمحات بعد تک تمام حال کا پائیدار ہونا یقینی بنایا جاتا ہے۔ یوں کنارہ ساعت پر معلوم حال پائے جاتے ہیں جن سے اگلے پر یقین حاصل ہوتے ہیں۔

اس کے برعکس غیر معاصر ادوار کے حال کسی لمحہ تبدیل ہو سکتے ہیں جس سے حالت دوڑ اور دیگر مسائل کھڑے ہوتے ہیں جن پر اس باب میں غور کیا جائے گا۔

غیر معاصر ادوار کی اپنی ایک اہمیت ہے۔ یہ ساعت کے کنارے کا انتظار کیے بغیر اشارہ کو رد عمل کر سکتے ہیں۔ عموماً کسی بھی عددی دور میں کچھ حصہ معاصر اور کچھ غیر معاصر ہوگا۔

شکل ۱۱.۱ میں نہایت سادہ دور دکھایا گیا ہے جس کو سرسری نظر سے دیکھ کر یوں محسوس ہوتا ہے کہ ضرب گیت کا مخارج کبھی بلند نہیں ہو سکتا۔ غور کرنے سے ثابت ہوتا ہے کہ مسئلہ اتنا سادہ نہیں۔ جب بھی مداحل  $A$  حال تبدیل کرے اس کے چند لمحوں بعد منفی گیت کا مخارج حال تبدیل کرے گا۔ یہ تاخیر منفی گیت کے دورانیہ رد عمل کی بدولت ہے۔ شکل میں  $A$  اور  $\bar{A}$  کے خط کھینچے ہوئے یہ تاخیر بڑھا چڑھا کر دکھائی گئی ہے۔ اگر ضرب گیت کا دورانیہ رد عمل صفر ہوتا تب ضرب گیت کا مخارج ان دو مداحل کے مطابق حال  $Y_0$  اختیار کرتا۔ حقیقتاً ضرب گیت کو بھی رد عمل کے لئے چند لمحات درکار ہوں گے لہذا ضرب گیت کا مخارج  $Y$  ہوگا۔

آپ دیکھ سکتے ہیں ضرب گیت کا مخارج غیر مطلوبہ طور پر، منفی گیت کے دورانیہ رد عمل کے برابر دورانیہ کے لئے، بلند ہوگا۔ اس طرح کے، غیر مطلوبہ نہایت کم دورانیہ کے لئے، حال کی تبدیلی کو برقی لڑش یا مختصراً



شکل ۱۱.۱: مثبت برقی لرزش۔

لرزش<sup>۲</sup> کہتے ہیں۔ برقی لرزش مثبت یا منفی ہو سکتی ہے لہذا موجودہ لرزش کو مثبت لرزش کہیں گے۔ لرزش نہایت کم دورانیے کی دھڑکن تصور کی جاسکتی ہے، تاہم لرزش کی اصطلاح عموماً غنیر مطلوب دھڑکن کے لئے استعمال کی جاتی ہے اور ان سے معاصر ادوار کو پاک رکھا جاتا ہے۔

لرزش کی وجہ سے ادوار عبوری حالت<sup>۳</sup> اختیار کرتے ہیں۔ اس باب میں عبوری حال پر تفصیلاً بحث ہوگی۔

آپ نے دیکھا کہ ضرب گیٹ تک اشارہ  $\bar{A}$  پہنچنے میں تاخیر کی بدولت لرزش پیدا ہوئی۔ تاخیر کی مزید ایک مثال دیکھتے ہیں۔

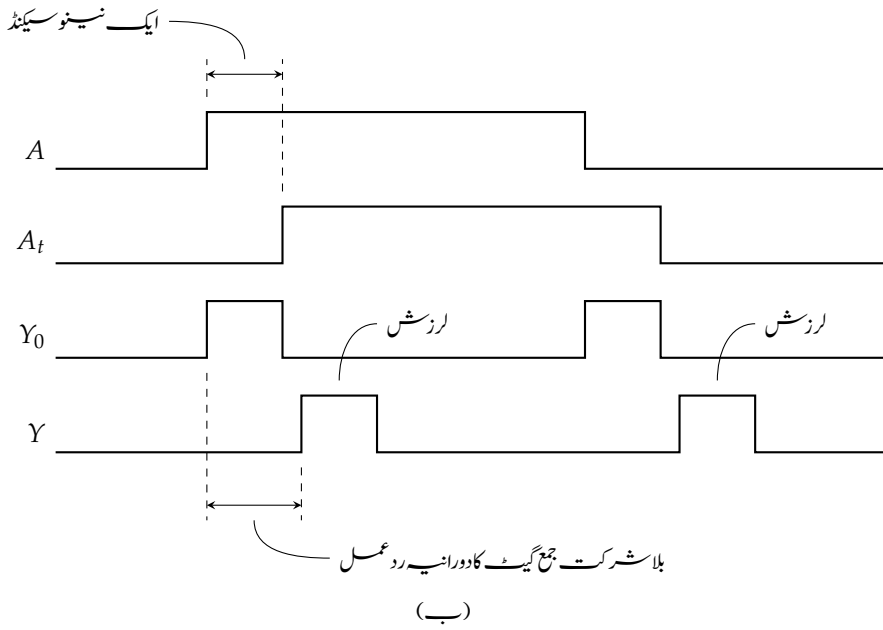
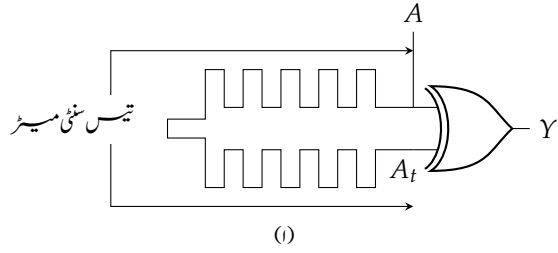
برقی تار میں برقی دباؤ کی رفتار تقریباً حلاء میں روشنی کی رفتار<sup>۴</sup> کے برابر ہوتی ہے۔ یوں ایک نینوسیکنڈ میں برقی دباؤ تقریباً  $0.3 = 10^{-9} \times 3 \times 10^8$  میٹر یعنی 30 سنی میٹر فاصلہ طے کرتا ہے۔ آئیے دیکھتے ہیں اگر پچھلی مثال تبدیل کر کے نفی گیٹ کی جگہ 30 سنی میٹر برقی تار لگائی جائے اور ضرب گیٹ کی جگہ بلاشرکت جمع گیٹ نصب کیا جائے تو دور کار د عمل کیا ہوگا (شکل ۱۱.۲ دیکھیں)۔

اشارہ A گیٹ کے ایک داخلی پن پر مہیا کیا گیا ہے جبکہ یہی اشارہ تیس سنی میٹر برقی تار سے گزار کر دوسرے داخلی پن پر مہیا کیا گیا ہے جہاں (تاخیر سے پہنچنے والے) اشارے کو  $A_t$  کہا گیا ہے۔ تار کو بل دار لکیر سے ظاہر کیا گیا ہے۔ یوں اشارہ  $A_t$  گیٹ کے دوسرے پن تک (تار میں ترسیل کے بعد) تاخیر سے پہنچتا ہے۔ اشارہ A بلند یا پست ہونے کے ایک نینوسیکنڈ بعد اشارہ  $A_t$  بلند یا پست ہوگا۔ گیٹ کا دورانیہ رد عمل نظر انداز کرتے ہوئے گیٹ کا محارج  $Y_0$  ہوگا۔ گیٹ کا دورانیہ رد عمل مد نظر رکھتے ہوئے محارج Y ہوگا۔ گیٹ کے محارجی اشارے میں دو بلند برقی لرزشیں دیکھنے کو ملتی ہیں جن کے دورانیے برقی تار میں تاخیر کے برابر ہیں۔ یوں اشارے کی راہ میں تاخیر، حافظہ کی طرح، معلومات لمحاتی طور پر یاد رکھنے کی صلاحیت رکھتی ہیں۔

آپ نے دیکھا مختلف طرز کی تاخیر دور میں لرزشیں پیدا کرتی ہیں۔ جہاں بازار سہ اشارہ ۵ تاخیر سے پہنچ کر محارج تبدیل کرتا ہو وہاں دوران تاخیر محارج اور تاخیر کے بعد محارج مختلف ہوں گے جس سے نا پائیدار حالت<sup>۵</sup> پیدا ہوگی۔

جب بھی ایک سے زیادہ اشارے بیک وقت تبدیل ہوں، گیٹ اور برقی تاروں میں نا قابل معلوم تاخیر کی بدولت، ان کے اثرات جانباً تقریباً ناممکن ہوگا۔ اس مسئلے سے بچنے کی خاطر غنیر معاصر ادوار درج ذیل دو شرائط کے تحت بنائے جاتے ہیں: (۱) ایک وقت پر صرف ایک اشارہ تبدیل ہو؛ (ب) اشاروں کی تبدیلی کے درمیان اتنا وقفہ دیا جائے کہ تاخیر کے باوجود دور پائیدار حال اختیار کرتا ہو۔ ان شرائط کے تحت چلنے کو بنیادی طریقے کار کے تحت چلتا کہتے ہیں۔

glitch<sup>۲</sup>  
transition state<sup>۳</sup>  
۴ ہے۔ سیکنڈی میٹر  $3 \times 10^8$  رفتار کی روشنی میں حلاء  
feedback signal<sup>۵</sup>  
unstable condition<sup>۱</sup>  
fundamental mode<sup>۶</sup>



شکل ۱۱.۲: دو برقی تاروں کی لمبائی میں فرق کی بدولت پیدا ہونے والی لرزشیں۔

asynchronouscombinationalcircuit<sup>^</sup>  
feedbacksignal<sup>q</sup>  
transitiontable<sup>†</sup>  
feedbacksignals<sup>||</sup>

جدول ۱۱.۱: دور کا بولین جدول۔

$a$	$b$	$x$	$A$	$B$
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	1	1
0	1	1	0	1
1	0	0	1	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	0

مساوات حاصل کرتے وقت بازاری اشاروں کو عام مداحل تصور کریں۔ یوں  $x$  کو بیرونی مداحل جبکہ  $a$  اور  $b$  کو اندرونی مداحل تصور کریں۔ ان مساوات میں  $a$  اور  $b$  موجودہ محتاج جبکہ  $A$  اور  $B$  اگلے محتاج ہیں۔ ان مساوات سے جدول ۱۱.۱ حاصل ہوگا جس سے عبوری جدول کا حصول شکل ۱۱.۴ میں دکھایا گیا ہے۔

جدول ۱۱.۱ میں پیش حال کے متغیرات  $A$  اور  $B$  کی معلومات کو علیحدہ علیحدہ کارناف نقتوں کی طرز پر لکھا گیا ہے جس سے عبوری جدول کے حصول میں آسانی پیدا ہوتی ہے۔ کارناف نقتوں کی بائیں جانب قطار کی صورت میں اندرونی مداحل  $ab$  کی قیمتیں جبکہ اوپر جانب صف کی صورت میں بیرونی مداحل  $x$  کی قیمتیں لکھی جاتی ہیں۔

عبوری جدول میں  $A$  اور  $B$  کی قیمتیں ساتھ ساتھ  $AB$  لکھی جاتی ہیں۔ کارناف نقتوں کی آخری صف کی دائیں قطاروں میں  $A$  کی قیمت 1 جبکہ  $B$  کی قیمت 0 ہے۔ عبوری جدول کی نچلی صف اور دائیں قطار کے مطابق حنائے میں ان قیمتوں کو ساتھ ساتھ 10 لکھا گیا ہے۔ اس عمل کی وضاحت تیسرے لکیروں سے کی گئی ہے۔

عبوری جدول میں صف در صف چلتے ہوئے جب بھی صف میں موجودہ محتاج  $ab$  اور اگلے محتاج  $AB$  کی قیمت یکساں ہو، وہاں  $AB$  کی قیمت دائرے میں بند کریں۔ یوں عبوری جدول کی پہلی صف میں (جدول سے باہر بائیں جانب)  $ab$  کی قیمت 00 ہے؛ اسی صف اور بائیں قطار میں  $AB$  کی قیمت بھی 00 ہے لہذا اس قیمت کو دائرے میں بند کیا گیا ہے۔ دائرہ میں بند حال پائیدار (مستحکم) جبکہ باقی ناپائیدار یعنی عبوری <sup>۱۳</sup> ہوں گے۔

شکل ۱۱.۵ پر نظر رکھ کر عبوری جدول کے استعمال پر غور کرتے ہیں۔ جدول کی  $ab = 00$  صف اور  $x = 0$  قطار میں واقع حنائے کو ابتدائی خانہ <sup>۱۴</sup> کہا گیا ہے، جس میں  $ab = 00$  اور  $x = 0$  کی صورت میں  $AB$  کی قیمت درج ہے۔ مندرجہ کریں ابتدائی حنائے دور کا ابتدائی حال ظاہر کرتا ہے۔

اب اگر  $ab = 00$  رکھتے ہوئے بیرونی مداحل  $x$  کی قیمت 0 سے 1 کر دی جائے تو عبوری جدول کے مطابق  $AB$  کی قیمت 00 سے 01 ہو جائے گی۔ یوں موجودہ حال  $ab$  اور اگلے حال  $AB$  کی قیمتیں مختلف ہوں گی جو عبوری

<sup>۱۲</sup> statevariables

<sup>۱۳</sup> transientstate

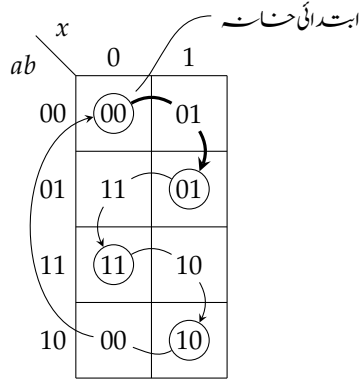
<sup>۱۴</sup> کسی بھی مستحکم حال حنائے کو ابتدائی حنائے منتخب کیا جاسکتا ہے۔

		عسبوری جدول		کارٹاف نقشہ برائے A		کارٹاف نقشہ برائے B	
ab	x	0	1	ab	x	0	1
	00	00	01	00	0	0	0
01	11	01	1	01	1	0	0
11	11	10	1	11	1	1	1
10	00	10	1	10	0	1	0

$$A = (b + x)(a + \bar{x})$$

$$B = (b + x)(\bar{a} + \bar{x})$$

شکل ۱۱.۴: عسبوری جدول کا حصول۔



شکل ۱۱.۵: عسبوری جدول کا استعمال۔



حال کی نشانی ہے اور جس میں دور زیادہ دیر نہیں رہ سکتا۔ برقی تاروں میں تاخیر کے بعد  $ab$  کی قیمت 01 ہو جائے گی جبکہ  $x$  اپنی (نئی) قیمت (1) برقرار رکھے گا۔ یوں دور تاخیر کے بعد عبوری جدول کی  $x = 1$  قطار اور  $ab = 01$  صف پر پائے جانے والے خانے تک پہنچے گا جہاں  $AB$  اور  $ab$  دونوں کی قیمت 01 ہے، جو مستحکم حال کو ظاہر کرتا ہے (اور اسی لئے دائرے میں بند دکھایا گیا ہے)۔ اس پورے مرحلہ کو، جسے ہم ”پہلا قدم“ کہتے ہیں (وضاحت کی خاطر) موٹی تیر دار لکیر سے ظاہر کیا گیا ہے جو عبوری خانے (عبوری حال 01) سے گزر کر مستحکم خانے (مستحکم حال 01) پر اختتام پذیر ہوتا ہے۔

مستحکم (پائیدار) حال سے ابتدا کرتے ہوئے  $x$  کی قیمت تبدیل کرنے سے دور کچھ لمحوں کے لئے عبوری حال اختیار کر گیا۔ یہ صورت زیادہ دیر برقرار نہیں رہی۔ تاروں میں تاخیر کے بعد بازاری اشارے تبدیل ہوئے اور دور دوبارہ مستحکم حال اختیار کر گیا۔ عموماً ادوار کا عمل اسی طرح ہوگا۔

اسی طرح  $ab = 01$  رکھتے ہوئے  $x$  کی قیمت 1 سے 0 کرنے سے عبوری جدول کے مطابق دور  $x = 0$  قطار اور  $ab = 01$  صف کے خانے میں درج حال  $AB = 11$  اختیار کرے گا۔ اس مرتبہ بھی  $AB$  اور  $ab$  مختلف ہیں (جو عبوری حال کو ظاہر کرتا ہے) لہذا دور اس سے نکلنے کی کوشش کرے گا۔ برقی تاروں میں تاخیر کے بعد  $AB$  کی نئی قیمتوں کی خبر  $ab$  کے مقام تک پہنچے گی لہذا  $ab$  کی قیمت بھی 11 ہو جائے گی۔ یوں دور  $x = 0$  قطار اور  $ab = 11$  صف میں درج (دائرے میں بند) مستحکم حال  $AB = 11$  اختیار کرے گا۔ تیر دار لکیر مستحکم حال 01 سے آغاز کرتے ہوئے عبوری حال 11 سے گزر کر مستحکم حال (11) پر اختتام پذیر ہوگا۔ اسی طرح چلتے ہوئے  $x$  کی قیمت بار بار تبدیل کرنے سے دور بالترتیب 00، 01، 11، اور 10 مستحکم حال اختیار کرے گا، جس کے بعد یہ دوبارہ مستحکم حال 00 پہنچ کر نئے سرے سے اس ترتیب کو دہرائے گا۔ شکل میں تیر دار لکیروں سے یہ مراحل دکھائے گئے ہیں۔

دور کا حال  $AB$  کی بجائے  $ABx$  لکھا جاتا ہے۔ یوں 000، 011، 110، اور 101 مستحکم حال جبکہ 001، 010، 111، اور 100 عبوری حال ہیں۔

عبوری جدول کی ہر صف میں، عموماً، کم از کم ایک مستحکم حال ضرور پایا جاتا ہے۔ ایسا نہ ہونے کی صورت میں اس صف میں پہنچ کر دور عبوری حال اختیار کرے گا۔

عبوری جدول حاصل کرنے کا طریقہ کار یہاں بیان کرتے ہیں۔

• دور میں تمام بازار سے اشارے اور بازار سے دائروں<sup>۱۵</sup> کی نشاندہی کریں۔

• کسی بھی ترتیب سے بازاری دائروں کے محارج کی شناخت  $A$ ،  $B$ ،  $C$ ، وغیرہ جبکہ اسی ترتیب سے ان کے بازاری اشارات کی شناخت  $a$ ،  $b$ ،  $c$ ، وغیرہ سے کریں۔

• بیرونی اور اندرونی مداحل کی صورت میں تمام محارج کے پولین تقاطع حاصل کریں۔

• ان تقاطع کے کارٹائف نقشے بنائیں۔

		x	
		0	1
ab	a	(a)	b
	b	d	(b)
	d	(d)	c
	c	a	(c)

بہاؤ کا جدول

$$\begin{aligned} 00 &= a \\ 01 &= b \\ 10 &= c \\ 11 &= d \end{aligned}$$

		x	
		0	1
ab	00	(00)	01
	01	11	(01)
	11	(11)	10
	10	00	(10)

عسبوری جدول

شکل ۱۱.۶: عسبوری جدول سے بہاؤ کے جدول کا حصول۔

- تمام کارٹائف فنکشن کو ایک عسبوری جدول میں یکجا کریں۔ عسبوری جدول کے خانوں میں  $ABC \dots$  قیمتیں جبکہ جدول کے بائیں جانب ہر صف میں  $abc \dots$  قیمتیں اسی ترتیب سے لکھیں۔
- جہاں  $ABC \dots$  اور اسی صف میں  $abc \dots$  کی قیمت یکساں ہو، وہاں  $ABC \dots$  کو دائرے میں بند کریں۔

عسبوری جدول کے حصول کے بعد بیرونی مداحصل تبدیل کر کے دور کے عسبوری حال پر غور کیا جاسکتا ہے۔

### ۱۱.۱.۲ بہاؤ کا جدول

شکل ۱۱.۴ میں عسبوری جدول لکھتے ہوئے خانوں میں بولین طرز پر حال درج کیے گئے۔ دو مخارج کی صورت میں چار حال (00، 01، 10، اور 11) ممکن ہیں جنہیں نام بھی دیے جاسکتے ہیں۔ مثلاً حال 00 کو حال  $a$  پکارا جاسکتا ہے۔ اسی طرح 01 کو حال  $b$ ، 10 کو حال  $c$ ، اور 11 کو حال  $d$  نام دیے جاسکتے ہیں۔ عسبوری جدول میں یہ نام استعمال کر کے، شکل ۱۱.۶ میں پیش، بہاؤ کا جدول<sup>۱۶</sup> حاصل ہوگا۔

شکل ۱۱.۶ میں پیش بہاؤ کے جدول کی ہر صف میں صرف ایک مستحکم حال پایا جاتا ہے۔ پہلی صف میں صرف 000 اور دوسری صف میں صرف 011 مستحکم حال پائے جاتے ہیں۔ ایسا جدول جس کی ہر صف میں صرف ایک مستحکم حال پایا جاتا ہو **بہاؤ کا جدول** کہلاتا ہے۔

شکل ۱۱.۷ میں ایک ایسا بہاؤ کا جدول پیش کیا گیا ہے جس کی صفوں میں ایک سے زیادہ مستحکم حال پائے جاتے ہیں۔ مثلاً، پہلی صف میں مستحکم حال 000، 011، اور 010 ہیں۔ ایسے جدول کو **غیر اولیٰ بہاؤ کا جدول**<sup>۱۸</sup> کہلاتا ہے۔

<sup>۱۶</sup> flowtable  
<sup>۱۷</sup> primitiveflowtable  
<sup>۱۸</sup> nonprimitiveflowtable

		$x_1x_0$			
		00	01	11	10
$y$	$a$	0	1	0	0
	$b$	0	1	1	1

عسبوری جدول

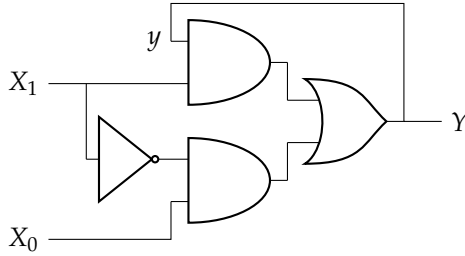
$$a = 0$$

$$b = 1$$

		$x_1x_0$			
		00	01	11	10
$y$	$a$	$a$	$b$	$a$	$a$
	$b$	$a$	$b$	$b$	$b$

غیر اولین ہسا کا جدول

شکل ۷۔ ۱۱: غیر اولین ہسا کے جدول سے عسبوری جدول کا حصول۔



شکل ۸۔ ۱۱: غیر اولین ہسا کے جدول سے حاصل دور۔

کہتے ہیں۔

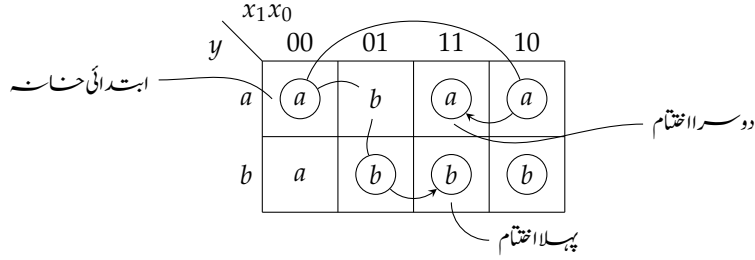
ہسا کے جدول سے دور حاصل کرنے کے لئے پہلے عسبوری جدول حاصل کیا جاتا ہے۔ ہسا کے جدول کے دو صف ہیں لہذا دور کے دو حال ہوں گے۔ دو ممکنہ صورتوں کو ایک بٹ عدد ظاہر کر سکتا ہے۔ یوں حال  $a$  کو 0 اور حال  $b$  کو 1 لکھ کر عسبوری جدول حاصل کرتے ہیں، جو شکل ۷۔ ۱۱ میں دکھایا گیا ہے۔ دور کے اگلے محسار  $y$  کو  $Y$  اور موجودہ محسار  $y$  کو  $y$  سے ظاہر کر کے عسبوری جدول سے  $Y$  (نقطہ دار مستطیلوں سے گروہ بندی کر کے) کا تقف عمل حاصل کرتے ہیں۔

(۱۱.۲)

$$Y = \bar{x}_1x_0 + x_1y$$

اس تقف عمل کا دور شکل ۱۱.۸ میں پیش ہے۔

شکل ۷۔ ۱۱ میں پیش ہسا کے جدول کے استعمال پر شکل ۱۱.۹ کی مدد سے غور کرتے ہیں۔ منرض کریں بیرونی مداحل  $x_1x_0$  کی قیمت 00 ہے، یعنی  $x = 00$ ، اور دور حال  $a$  میں ہے۔ اگر  $x_1$  تبدیل کیے بغیر  $x_0$  کی قیمت 1 کر دی جائے، یعنی  $x = 01$  کر دی جائے، تو عسبوری جدول کے مطابق دور چند لمحوں کے لئے عسبوری حال  $b$  اختیار کرنے کے بعد مستحکم حال  $b$  اختیار کرے گا۔ اب اگر  $x_0$  کی قیمت 1 رکھتے ہوئے  $x_1$  کی قیمت بھی 1 کر دی جائے، یعنی  $x = 11$  کر دی جائے، تو حال  $b$  برقرار رہے گا۔ اس کو پہلا اختتام کہا گیا ہے۔ ابتدائی خانے سے پہلے اختتام تک پہنچنے کا عمل دو تیر دار لکیریوں سے ظاہر کیا گیا ہے۔ پہلی تیر دار لکیر مستحکم حال  $a$  سے آغاز



شکل ۱۱.۹: دو مختلف ترتیب سے مداحصل تبدیل کیے گئے۔

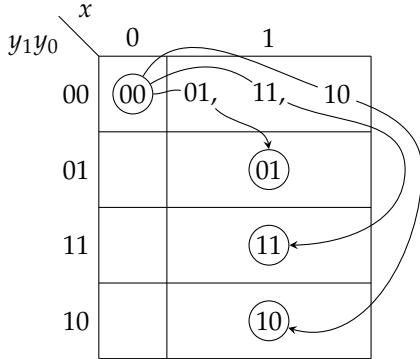
کر کے عبوری حال  $b$  سے گزر کر مستحکم حال (b) پہنچتی ہے۔ دوسری تیسرے وار لکیر مستحکم حال  $b$  سے آغاز کر کے پہلے اختتامی مستحکم حال  $b$  پہنچتی ہے۔

اس کے برعکس، ابتدائی حثانہ سے آغاز کرتے ہوئے  $x_1$  برقرار اور  $x_0$  تبدیل کرنے کی بجائے ہم  $x_0$  کی قیمت 0 رکھتے ہوئے  $x_1$  کی قیمت 1 کرتے ہیں، یعنی  $x = 10$  کرتے ہیں۔ بہاؤ کے جدول کے مطابق حال  $a$  برقرار رہے گا۔ اب اگر  $x_0$  کی قیمت بھی 1 کر دی جائے، یعنی  $x = 11$  کر دی جائے، تو اختتامی حال برقرار  $a$  رہے گا۔ اس کو دوسرا اختتام کہا گیا ہے۔

آپ نے دیکھا اختتامی حال بیرونی مداحصل کی تبدیلی کی ترتیب پر منحصر ہے۔ اس مثال میں ابتدائی بیرونی مداحصل 00 جبکہ اختتامی بیرونی مداحصل 11 ہیں۔ یاد رہے بنیادی طریقہ کار کی شرائط کے تحت، (دور کی درست کارکردگی کے لئے ضروری ہے کہ) ایک سے زیادہ بیرونی مداحصل بیک وقت تبدیل نہ کیے جائیں۔ یوں 00 سے آغاز کر کے ہم سیدھا 11 نہیں کر سکتے۔ ایسا کرنے سے (نا قابل معلوم تاخیر کی بنا پر) درست اختتامی حال حثانہ ناممکن ہوگا۔

### ۱۱.۱.۳ حالت دوڑ

حالت دوڑ کا تذکرہ ایس آر پلٹ پر تبصرے کے دوران کیا گیا۔ اس حصے میں اس پر تفصیلاً گفتگو کی جائے گی۔ حالت دوڑ اس صورت کو کہتے ہیں جب بیرونی اشارے کی تبدیلی ایک سے زیادہ حال تبدیل کرتا ہو۔ نا معلوم تاخیر کی بنا پر حال کی تبدیلی مکمل طور پر حثانہ ناممکن نہیں ہوگا۔ مثلاً، فرض کریں دو حال دور کا موجودہ مستحکم حال 00 ہے اور بیرونی مداحصل تبدیلی کرنے سے دونوں حال تبدیل ہوتے ہیں، اور دور آخر کار 11 مستحکم حال اختیار کرتا ہے۔ پہلی بازری راہ کی تاخیر دوسری بازری راہ کی تاخیر سے کم ہونے کی صورت میں دور مستحکم حال 00 سے عبوری حال 10 اور آخر کار مستحکم حال 11 اختیار کرے گا جبکہ دوسری راہ کی تاخیر پہلی راہ کی تاخیر سے کم ہونے کی صورت میں دور عبوری حال 01 سے گزر کر مستحکم حال 11 تک پہنچے گا۔ آپ نے دیکھا کہ (نامعلوم تاخیر کی بنا پر) حال تبدیل ہونے کی ترتیب حثانہ ناممکن نہیں۔



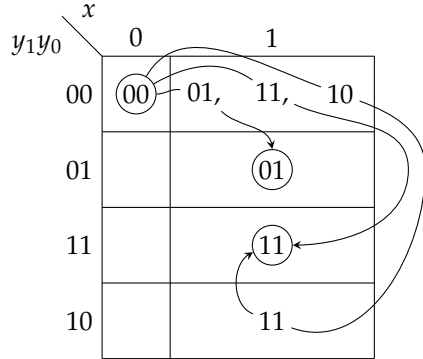
ممکنہ تبادلہ حال

00 → 01 → 01

00 → 11 → 11

00 → 10 → 10

شکل ۱۱.۱۰: بحیرانی دوڑ کی دوسری مثال



ممکنہ تبادلہ حال

00 → 01 → 01

00 → 11 → 11

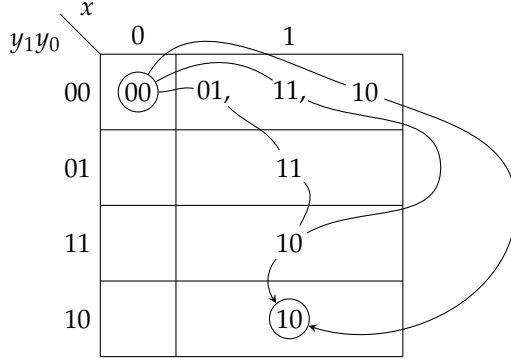
00 → 10 → 11 → 11

شکل ۱۱.۱۰: بحیرانی دوڑ کی ایک مثال۔

جب عبوری حال کی تبدیلی کی ترتیب اختتامی حال متعین کرنے میں کردار ادا کرتی ہو اور دور دور مختلف اختتامی مستحکم حال اختیار کرنے کی صلاحیت رکھتا ہو وہاں دوڑ کو **بحیرانی دوڑ**<sup>۲۰</sup> کہیں گے۔ سودمند استعمال کے لئے ضروری ہے کہ دور میں بحیرانی دوڑ کی صورت پیدا نہ ہوتی ہو۔ جہاں عبوری حال کی تبدیلی کی ترتیب اختتامی مستحکم حال پر اثر انداز نہ ہوتی ہو وہاں دوڑ کو **غیر بحیرانی دوڑ**<sup>۲۱</sup> کہیں گے۔

شکل ۱۱.۱۰ میں بحیرانی دوڑ کی ایک مثال دکھائی گئی ہے جہاں بیرونی مداحسل  $x$  اور بازرسی اشارات  $y_0$ ، اور  $y_1$  (یعنی محسار ج  $Y_0$  اور  $Y_1$ ) ہیں۔ حال کو **مکمل حال**  $Y_1 Y_0 x$  لکھتے ہوئے حال 000 سے آغاز کر کے بیرونی مداحسل 0 سے 1 کرنے سے دور اختتامی حال کی جانب دوڑ لگائے گا۔ نامعلوم تاخیر کی بنا پر ہم نہیں جانتے دور تین ممکنہ حال 011، 111، اور 101 میں سے کس حال کو پہلے پہنچے گا۔ یہ تینوں عبوری حال پہلی صف میں دکھائے گئے ہیں۔ عبوری حال 011 پہلے پہنچنے کی صورت میں دور یہاں سے ہوتے ہوئے اختتامی مستحکم حال 011 اختیار کرے گا، جس کو دوسری صف میں دائرے میں بند دکھایا گیا ہے۔ اگر دونوں بازرسی راہ میں مائل تاخیر برابر ہوں، دور پہلے عبوری حال 111 پہنچے گا اور یہاں سے ہوتے ہوئے اختتامی مستحکم حال 111 اختیار کرے گا، جس کو تیسری صف میں دائرہ میں بند دکھایا گیا ہے۔ تیسری صورت میں دور عبوری حال 101 پہلے پہنچتا ہے جہاں سے یہ آخری صف کی جانب رواں ہوگا، لیکن آخری صف از خود عبوری حال ہے لہذا دور اس عبوری حال سے بھی گزر کر آخر کار تیسری صف کے اختتامی مستحکم حال 111 پہنچے گا۔ اس مثال میں دو اختتامی حال ممکن ہیں۔ یہ دریافت کرنا ناممکن ہے کہ دور ان میں سے کس اختتامی حال کو پہنچے گا۔ شکل میں بائیں جانب  $x = 0$

<sup>۲۰</sup>criticalrace  
<sup>۲۱</sup>non-criticalrace



ممکنہ تبادلہ حال

$$00 \rightarrow 01 \rightarrow 11 \rightarrow 10 \rightarrow 10$$

$$00 \rightarrow 11 \rightarrow 10 \rightarrow 10$$

$$00 \rightarrow 10 \rightarrow 10$$

شکل ۱۱.۱۲: غیر بحرانی دوڑ کی ایک مثال

کی قطار اس لئے حثالی رکھی گئی ہے کہ ہم صرف  $x = 0$  سے  $x = 1$  کرتے ہوئے دور پر غور کر رہے ہیں جس میں بائیں قطار کے اندر احبات درکار نہیں۔

شکل ۱۱.۱۱ میں بحرانی دوڑ کی دوسری مثال پیش ہے جہاں تین اختتامی حال ممکن ہیں۔ مکمل مستحکم حال  $Y_1 Y_0 x = 000$  سے آغاز کرتے ہوئے بیرونی مداحل  $x$  کی قیمت 1 کرنے سے دور اختتامی حال کی طرف دوڑ لگائے گا۔ بالکل اوپر مثال کی طرح، تین ممکنہ عبوری حال ممکن ہیں۔ ایک عبوری حال 011 ہے جہاں سے یہ دوسری صف میں دکھائے اختتامی مستحکم حال 011 پہنچے گا۔ دوسرا عبوری حال 111 ہے جہاں سے یہ تیسری صف کے اختتامی مستحکم حال 111 پہنچے گا اور تیسرا عبوری حال 101 ہے جہاں سے یہ آخری صف میں اختتامی مستحکم حال 101 پہنچے گا۔ نامعلوم تاخیر کی بنا پر یہ جاننا ممکن نہیں کہ دور حقیقت میں کس اختتامی حال کو پہنچے گا۔

اب غیر بحرانی دوڑ کی ایک مثال دیکھتے ہیں جو شکل ۱۱.۱۲ میں دکھائی گئی ہے۔ اس مثال میں  $Y_1 Y_0 x = 000$  سے آغاز کرتے ہوئے تین عبوری حال ممکن ہیں۔ ایک عبوری حال 011 ہے جہاں سے دور دوسری صف کے عبوری حال 111 اور اس کے بعد تیسری صف کے عبوری حال 101 سے گزر کر آخر کار چوتھی صف کے اختتامی مستحکم حال 101 پہنچے گا۔ دوسرا عبوری حال 111 ہے جہاں سے دور تیسری صف کے عبوری حال 101 سے ہوتے ہوئے آخر کار آخری صف کے اختتامی مستحکم حال 101 پہنچے گا۔ تیسرا عبوری حال 101 ہے جہاں سے گزر کر دور آخری صف کے اختتامی مستحکم حال 101 پہنچے گا۔

$y_1 y_0$	$x$	
	0	1
00	(00)	10
01		(01)
11		(11)
10		11

تبادلہ حال  
 $00 \rightarrow 10 \rightarrow 11$   
 (ب)

$y_1 y_0$	$x$	
	0	1
00	(00)	10
01		(01)
11		01
10		11

تبادلہ حال  
 $00 \rightarrow 10 \rightarrow 11 \rightarrow 01$   
 (۱)

شکل ۱۱.۱۳: پھیرے

اس مثال میں اگرچہ تین مختلف ممکنات موجود ہیں تاہم اختتامی مستحکم حال سب کا ایک ہے لہذا یہ غیر بحرانی دور ہوگی۔

مخصوص اور منفرد عبوری حال سے گزر کر اختتامی مستحکم حال اختیار کرنے کو پھیرا<sup>۲۲</sup> لگانا کہتے ہیں۔ اس کی مثال شکل ۱۱.۱۳ میں دی گئی ہے۔ ان اشکال میں حالت دور نہیں پائی جاتی چونکہ ایک وقت میں صرف ایک مختارج حال تبدیل کرتا ہے، البتہ اختتامی حال تک پہنچنے کی خاطر دور کو مخصوص اور منفرد عبوری حال سے گزرنا ہوگا۔

شکل - الف میں مستحکم حال 00 سے آغاز کرتے ہوئے عبوری حال 10 کے بعد عبوری حال 11 سے گزر کر اختتامی مستحکم حال 01 پہنچا گیا۔ شکل - ب میں مستحکم حال 00 سے آغاز کرتے ہوئے عبوری حال 10 کے راستے اختتامی مستحکم حال 11 اختیار کیا گیا۔

#### ۱۱.۱.۴ توازن اور ارتعاش

ایسا دور جو پھیرے لگاتے ہوئے کسی بھی اختتامی مستحکم حال تک نہ پہنچ پائے غیر مستحکم دور<sup>۲۳</sup> کہلاتا ہے۔ شکل ۱۱.۱۴ میں اس کی مثال دکھائی گئی ہے جہاں بیرونی مداخلت 1 کرنے سے دور مستحکم حال تک پہنچنے بغیر عبوری حال سے عبوری حال منتقل ہوگا۔ ایسے ادوار بطور مر تعیش<sup>۲۴</sup> استعمال کیے جاتے ہیں۔ ادوار کو کبھی بھی غیر مستحکم نہیں ہونے دیا جاتا ماسوائے جب انہیں بطور مر تعیش استعمال کرنا مقصد ہو۔

اس مر تعیش کی کارکردگی پر غور کرتے ہیں۔ جدول میں بیرونی مختارج  $Y_0$  اور  $Y_1$  کو ایک ساتھ ملا کر  $Y_1 Y_0$

cycle<sup>۲۲</sup>  
 unstable circuit<sup>۲۲</sup>  
 oscillator<sup>۲۴</sup>

		$x$	
		0	1
$y_1y_0$	00	00	01
	01		11
	11		01
	10		01

$\boxed{01 \rightarrow 11 \rightarrow 01}$   
 ارتعاش

شکل ۱۱.۱۴: مارتعش

لکھا جاتا ہے۔ انہیں بیرونی مخارج سے بالترتیب ازری اشارات  $y_0$  اور  $y_1$  حاصل کیے گئے ہیں، جنہیں جدول کے بائیں جانب قطار میں ایک ساتھ ملا کر  $y_1y_0$  لکھا گیا ہے۔ فرض کریں  $x = 0$  رکھتے ہوئے (جہاں  $x$  بیرونی مداحصل ہے)، ہم مستحکم حال 00 سے آغاز کرتے ہیں جو دائرہ میں بند دکھایا گیا ہے۔ جدول کے تحت حال  $Y_1Y_0 = 00$  ہوگا اور  $y_1y_0 = 00$  ہوگا۔ اب ہم مستقل طور پر  $x = 1$  کرتے ہیں، جس سے حال پہلی (بالائی) صف میں رہتے ہوئے دائیں قطار منتقل ہوگا جہاں حال  $Y_1Y_0 = 01$  ہے۔ یوں  $Y_1Y_0 = 01$  اور  $y_1y_0 = 00$  ہوں گے جو غیر مستحکم یعنی عبوری حال کی نشاندہی ہے (مستحکم حال کی صورت میں حال اور بازری اشارات ایک جیسے ہوں گے)۔ غیر مستحکم حال جدول میں غیر دائرہ بند ہیں۔

بیرونی مداحصل بلند رہنے کی صورت میں ہم جدول کی دائیں قطار میں رہتے ہیں۔ کچھ تاخیر کے بعد بازری اشارات تک حال  $Y_1Y_0 = 01$  کی خبر پہنچتی ہے لہذا ان تاخیر کے بعد  $y_1y_0 = 01$  ہوگا۔ لیکن جدول کے تحت  $x = 1$  کی قطار اور  $y_1y_0 = 01$  کی صف میں حال  $Y_1Y_0 = 11$  پایا جاتا ہے۔ ہم دیکھتے ہیں کہ اب بھی حال  $Y_1Y_0 = 11$  اور بازری اشارات  $y_1y_0 = 01$  ایک دوسرے سے مختلف ہیں۔ یوں ہم اب بھی عبوری حال میں ہیں، جس میں دور زیادہ دیر نہیں ٹہر سکتا۔

چند لمحوں کی تاخیر کے بعد بازری اشارات تک اس حال کی خبر پہنچتی ہے اور  $y_1y_0 = 11$  ہوگا۔ لیکن  $x = 1$  کی قطار اور  $y_1y_0 = 11$  کی صف میں حال  $Y_1Y_0 = 01$  ہے جو عبوری ہے۔ چند لمحوں بعد بازری اشارات بھی  $y_1y_0 = 01$  ہوں گے لیکن ہم دیکھ چکے کہ وہاں سے دور جلد واپس حال 11 منتقل ہوگا۔ یوں اس جدول کے تحت چلتا ہوا دور حال  $Y_1Y_0 = 01$  اور  $Y_1Y_0 = 11$  کے بیچ ارتعاش کرے گا۔



		مداخل $x_1x_0$			
$f_1f_0$	حال	00	01	11	10
00	$a$	(a)	$b$	$c$	$c$
01	$b$	$a$	(b)	$c$	$d$
10	$c$	$a$	$b$	(c)	(c)
11	$d$	(d)	$b$	$c$	(d)

(ب)

		مداخل $x_1x_0$			
$f_1f_0$	حال	00	01	11	10
00	$a$	(a)	$b$	$c$	$c$
01	$b$	$a$	(b)	$c$	$d$
11	$c$	$a$	$b$	(c)	(c)
10	$d$	(d)	$b$	$c$	(d)

(ا)

شکل ۱۱.۱۵: حال کے متغیرات کا تقرر

## ۱۱.۲ حالت دوڑ سے پاک شنائی علامتوں کا تقرر

حالت دوڑ کی صورت۔ اس وقت پیدا ہوگی ہے جب ایک سے زیادہ محارج بیک وقت حال تبدیل کرنے کی کوشش کریں۔ بحرانی دوڑ کی صورت میں ادوار قابل استعمال نہیں رہتے۔ اس حصے میں بحرانی دوڑ کے حنا تے پر غور کیا جائے گا۔ یاد رہے (بنیادی طریقہ کار پر چلنے کے تحت) ایک وقت پر غیر معاصر دور کا صرف ایک مداخل تبدیل ہو سکتا ہے، لہذا یہ حصہ پڑھتے ہوئے ایک سے زیادہ مداخل کی تبدیلی کی منکرمت کریں۔

جن ادوار میں ایک وقت پر صرف ایک محارج حال تبدیل کرنے کی کوشش کرتا ہو، وہ حالت دوڑ سے دوچار نہیں ہوتے۔ اس حقیقت کو بروئے کار لاتے ہوئے حالت دوڑ ختم کی جاتی ہے۔

عبوری جدول کے حصول کے بعد اس میں درج حال کو شنائی علامتیں تعین کی جاتی ہیں۔ جن حال کے مابین عبوری جدول میں تبادلہ پایا جاتا ہو، ان حال کو ہمماہیہ شنائی علامتیں مختص کرنے سے بحرانی دوڑ سے پاک دور حاصل ہوگا۔ دواہیے شنائی اعداد ہمماہیہ اعداد<sup>۲۶</sup> کہلاتے ہیں جن میں صرف ایک ہندسے کا فرق ہو۔ یوں 1010 اور 1110 ہمماہیہ اعداد ہیں چونکہ ان میں صرف ایک ہٹ مختلف ہے۔ اسی طرح 1110 اور 0110 آپس میں ہمماہیہ ہیں جبکہ 1010 اور 0110 آپس میں ہمماہیہ نہیں۔

اس ترکیب کو شکل ۱۱.۱۵-۱ میں دی مثال کی مدد سے دیکھتے ہیں جس میں چار صف ہیں۔ یوں دو ہٹ **حال** کا متغیر  $f_1f_0$  اس کے چار ممکنہ حال بیان کر سکتا ہے۔ ہم حال  $a$  کے لئے  $f = 00$ ، حال  $b$  کے لئے  $f = 01$ ، حال  $c$  کے لئے  $f = 11$ ، اور حال  $d$  کے لئے  $f = 10$  حال کے متغیر منتخب کر کے دیکھتے ہیں کیا نتائج رونما ہوتے ہیں۔

پہلی صف میں  $x$  کی قیمت 00 سے 01 کرنے سے حال تبدیل ہو کر  $a$  سے  $b$  ہوگا، لہذا حال کا متغیر  $f$  تبدیل ہو کر 00 سے 01 ہوگا۔ چونکہ حال کے متغیر کا صرف ایک ہٹ تبدیل ہوا لہذا حالت دوڑ پیدا نہیں ہو

		مداحل $x_1x_0$			
$f_3f_2f_1f_0$	حال	00	01	11	10
0001	$a$	(a)	$b$	$c$	$c$
0010	$b$	$a$	(b)	$c$	$d$
0100	$c$	$a$	$b$	(c)	(c)
1000	$d$	(d)	$b$	$c$	(d)

شکل ۱۱.۱۶: حالت دوڑ سے پاک حال کے متغیرات کا تقعر

گی۔ اس کے برعکس، پہلی صف میں  $x$  کی قیمت 00 سے 10 کرنے سے حال تبدیل ہو کر  $a$  سے  $c$  ہوگا لہذا  $f$  کی قیمت 00 سے تبدیل ہو کر 11 ہوگی۔ چونکہ  $f$  کے دوہندے بیک وقت تبدیل ہونے کی کوشش کرتے ہیں لہذا حالت دوڑ پیدا ہوگی۔ یوں دوہندے حال کا متغیر تقعر کرنے سے حالت دوڑ پیدا ہوگی۔ ایسی صورت میں دو سے زیادہ ہندے حال کا متغیر استعمال کر کے دیکھا جاتا ہے کہ آیا حالت دوڑ سے چھٹکارا ممکن ہے۔

کبھی کبھار چار صف عبوری جدول میں دوہندے حال کا متغیر یوں تقعر کرنا ممکن ہوگا کہ حالت دوڑ پیدا نہ ہو۔

شکل ۱۱.۱۵-ب میں حال کے متغیر کی ترتیب بدل کر حالت دوڑ سے بچنے کی (ناکام) کوشش کی گئی ہے۔ یہاں  $a$ ،  $b$ ،  $c$  اور  $d$  کے لئے بالترتیب  $f = 00$ ،  $f = 01$ ،  $f = 10$ ، اور  $f = 11$  مختص کیے گئے۔ پہلی صف میں  $a$  سے  $b$  کرنے سے  $f$  کی قیمت 00 سے تبدیل ہو کر 01، جبکہ  $a$  سے  $c$  کرنے سے  $f$  کی قیمت 00 سے 10 ہوگی۔ دونوں صورتوں میں  $f$  کا صرف ایک ہندے تبدیل ہوگا، لہذا پہلی صف میں حالت دوڑ پیدا نہیں ہوگا۔ البتہ دوسری صف میں  $x$  کی قیمت 01 سے 11 کرنے سے حال تبدیل ہو کر  $b$  سے  $c$  ہوگا اور یوں  $f$  کی قیمت 01 سے 10 ہوگی۔ حال کے متغیر کے دوہندے کی تبدیلی سے مراد حالت دوڑ ہے۔

مذکورہ بالا دو مثالوں سے ظاہر ہے کہ موجودہ مسئلے میں دوہندے حال کا متغیر مختص کرنے سے حالت دوڑ سے نجات حاصل کرنا ممکن نہیں۔ ایسی صورت میں حالت دوڑ سے پاک حال کا متغیر منتخب کرنے کے لئے ہم ایک بلند ہندے تقریر کا طریقہ استعمال کرتے ہیں، جس کا استعمال نہایت آسان ہے۔ آئیے اسی مثال پر اسے استعمال کرتے ہیں۔

شکل ۱۱.۱۶ میں حال کا متغیر چار ہندے رکھا گیا ہے اور اس میں ایک وقت پر صرف ایک ہندے بلند ہے۔ یوں حال  $a$ ،  $b$ ،  $c$  اور  $d$  کے لئے حال کے متغیر بالترتیب 0001، 0010، 0100، اور 1000 مقرر کیے گئے۔

شکل ۱۱.۱۶ میں جدول کی پہلی صف میں مداحل کی قیمت 00 سے 01 کرنے سے دور حال  $a$  سے حال

		مداخل $x_1x_0$			
$f_3f_2f_1f_0$	حال	00	01	11	10
0001	$a$	$a$	$e$	$c$	$c$
0010	$b$	$a$	$b$	$c$	$d$
0100	$c$	$a$	$b$	$c$	$c$
1000	$d$	$d$	$b$	$c$	$d$
0011	$e$	—	$b$	—	—

شکل ۱۱.۱۷: عبوری حال سے حالت دوڑ کا خاتمہ

$b$  منتقل ہوتا ہے۔ یوں حال کا متغیر 0001 سے 0010 ہو گا اور اس میں دو بٹ کی تبدیلی حالت دوڑ پیدا کرے گی۔ اس سے بچنے کے لئے جدول میں ایک نیا عبوری حال،  $e$ ، شامل کیا جاتا ہے۔ حال  $a$  سے  $b$  پہنچنے کے لئے اس عبوری حال سے گزرنا لازمی بنایا جاتا ہے۔ عبوری حال  $e$  کے لئے حال کا متغیر یوں مقرر کیا جاتا ہے کہ یہ  $a$  اور  $b$  دونوں کا ہمساہ عدد ہو۔ ایسا عدد 0011 ہے۔ یوں  $e$  کے لئے حال کا متغیر 0011 مقرر کیا جاتا ہے اور جدول کو تبدیل کر کے  $x = 01$  کی قطار کے حال  $a$  کی صف میں  $b$  کی بجائے  $e$  لکھا جاتا ہے جبکہ اسی قطار میں حال  $e$  کی صف میں  $b$  لکھا جاتا ہے۔ ایسا کرنے سے جدول تبدیل ہو کر شکل ۱۱.۱۷ اختیار کرتا ہے۔

اب پہلی صف میں مداخل 00 سے 01 کرنے سے دور حال  $a$  سے عبوری حال  $e$  اختیار کرتے ہوئے آخر کار اختتامی مستحکم حال  $b$  پہنچتا ہے۔ اس عمل کو تیسر دار لکیر سے ظاہر کیا گیا ہے۔ اس پورے عمل میں ہر قدم پر حال کے متغیر کا صرف ایک بٹ تبدیل ہوتا ہے لہذا احالت دوڑ پیدا نہیں ہوگی۔ عبوری حال  $e$  کی صف میں باقی خانے خالی رکھے گئے ہیں۔ ان میں سے کچھ خانے زیر استعمال آئیں گے اور کچھ نہیں۔ استعمال میں نہ آنے والے خانے خالی رکھے جاتے ہیں اور ان خانوں کی قیمت غیر ضروری<sup>۲۸</sup> ہوگی۔

اس کے برعکس، پہلی صف میں مداخل 00 سے 10 کرنے سے شکل ۱۱.۱۷ میں حال  $a$  سے حال  $c$  حاصل ہو گا۔ حال کا متغیر 0001 سے تبدیل ہو کر 0100 ہونا چاہیے گا۔ البتہ ایسا کرنے سے حالت دوڑ پیدا ہوگی، جس سے ہم مذکورہ بالا طریقے سے چھٹکارا حاصل کرتے ہیں۔

اس حالت دوڑ سے بچنے کے لئے جدول میں عبوری حال،  $f$ ، شامل کیا جاتا ہے اور حال  $a$  سے عبوری حال  $f$  کے ذریعہ حال  $c$  پہنچا جاتا ہے۔ عبوری حال  $f$  کے لئے حال کا متغیر یوں مقرر کیا جاتا ہے کہ یہ  $a$  اور  $c$  دونوں کا ہمساہ عدد ہو۔ ایسا عدد 0101 ہے۔ یوں  $f$  کے لئے حال کا متغیر 0101 مقرر کیا جاتا ہے اور جدول کو تبدیل کر کے  $x = 10$  کی قطار میں حال  $a$  کی صف  $c$  کو تبدیل کر کے  $f$  لکھا جاتا ہے جبکہ اسی قطار میں حال  $f$  کی صف میں  $c$  لکھا جاتا ہے۔ ایسا کرنے سے شکل ۱۱.۱۸ ملتا ہے۔

<sup>۲۸</sup>don't care

		مد داخل $x_1x_0$			
$f_3f_2f_1f_0$	حال	00	01	11	10
0001	$a$	(a)	$e$	$f$	$f$
0010	$b$	$a$	(b)	$c$	$d$
0100	$c$	$a$	$b$	(c)	(c)
1000	$d$	(d)	$b$	$c$	(d)
0011	$e$	—	$b$	—	—
0101	$f$	—	—	$c$	$c$

شکل ۱۱.۱۸: عبوری حال سے حالت دوڑ کا خاتمہ

یہی طریقہ کار تمام خانوں کے لئے دہرایا جاتا ہے۔ ایسا کرنے سے شکل ۱۱.۱۹ حاصل ہوگا۔ آپ سے گزارش کی جاتی ہے کہ یہ جدول خود حاصل کریں۔ تسلی کر لیں کہ اس جدول میں کسی بھی حال سے دوسرے حال تک پہنچنے میں حالت دوڑ پیدا نہیں ہوتی۔

### ۱۱.۳ عبوری جدول کی مدد سے پلٹ کا تجزیہ

عبوری جدول استعمال کر کے اس حصے میں پلٹ کا تجزیہ کیا جائے گا۔ چند مثالوں کے بعد حصہ ۱۱.۳ میں اس طریقہ کار پر قدم بہ قدم غور کیا جائے گا۔

#### ۱۱.۳.۱ ایس آر پلٹ

عبوری جدول استعمال کر کے ایس آر پلٹ پر غور کرتے ہیں۔ شکل ۱۱.۲۰-۱ میں ایس آر پلٹ اور شکل-ب میں اسی کو بطور بازار سے دور پیش کیا گیا ہے جہاں بازار سے اشارہ  $q$  کی پہچان آسان ہے۔ شکل-ب سے درج ذیل حاصل ہوگا۔

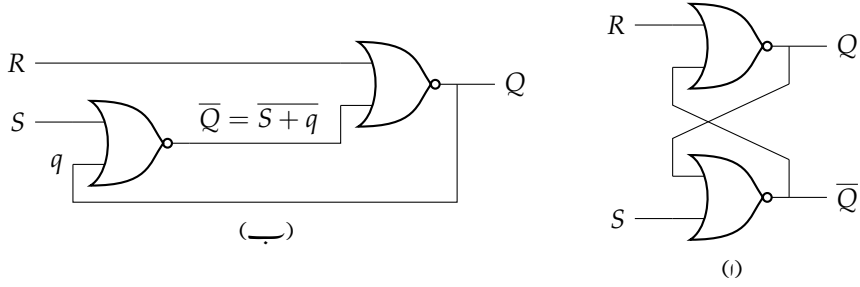
$$Q = \overline{R + S + q}$$

$$= \overline{RS} + \overline{R}q$$

حال کے متغیر  $Q$  کو بطور بازار سے اشارہ  $q$  استعمال کیا گیا ہے۔ یوں حال کا متغیر  $Q$ ، اندرونی مد داخل  $q$  جبکہ بیرونی مد داخل  $S$  اور  $R$  ہیں۔ انہیں استعمال کرتے ہوئے (درج بالا مساوات کی مدد سے) شکل-ج میں پیش عبوری جدول حاصل کی گئی جہاں جدول کے اندر  $Q$  کی قیمت درج ہے۔ آئیے اس پلٹ کا تجزیہ اس کے عبوری جدول کی مدد سے کریں۔ پلٹ کا جدول صداقت مندرجہ ذیل ہے۔

		مداخل $x_1x_0$			
$f_3f_2f_1f_0$	حال	00	01	11	10
0001	$a$	(a)	$b', e$	$\phi, f$	$\phi, f$
0010	$b$	$\phi, e$	(b)	$c$	$d$
0100	$c$	$\phi, f$	$b', g$	(c)	(c)
1000	$d$	(d)	$b', h$	$\phi, i$	(d)
0011	$e$	$a$	$b$	—	—
0101	$f$	$a$	—	$c$	$c$
0110	$g$	—	$b$	$c$	—
1010	$h$	—	$b$	—	$d$
1100	$i$	—	—	$c$	—

شکل ۱۱.۱۹: حالات دوڑے مکمل پاک حال کے متغیرات کا تقرر



(ب)

		SR			
	q	00	01	11	10
0		0	0	0	1
1		1	0	0	1

(ج)

شکل ۱۱.۲۰: ایس آر پلٹ

S	R	$Q_{n+1}$	$\bar{Q}_{n+1}$
0	0	$Q_n$	$\bar{Q}_n$
0	1	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0

جدول سے ظاہر ہے کہ جمع متمم گیٹ پر مبنی ایس آر پلٹ استعمال کرتے ہوئے دونوں مداحخل بیک وقت بلند کرنے کی اجازت نہیں۔ دونوں مداحخل بیک وقت بلند کرنے سے پلٹ کے مخارج Q اور  $\bar{Q}$  بیک وقت پست ہوں گے جبکہ ہر صورت ان کا آپس میں متضاد رہنا ضروری ہے۔ درج ذیل مساوات پر پورا اترنے سے یہ شرط پوری ہوگی۔

(۱۱.۳)

$$S \cdot R = 0$$

شکل ۱۱.۲۱ پر نظر رکھ کر آگے پڑھیں۔ عبوری جدول کی  $SR = 01$  قطار اور  $q = 0$  صف میں مستحکم حال پایا جاتا ہے جہاں حال کا متغیر پست ( $Q = 0$ ) ہے۔ عبوری جدول کے تحت  $SR = 00$  کرنے سے حال کا متغیر پست رہے گا۔ شکل الف میں تیردار لکیر اس عمل کو ظاہر کرتی ہے۔

اسی طرح  $SR = 10$  کی صورت میں پلٹ کا بلند مستحکم حال  $q = 1$  کی صف میں پایا جاتا ہے۔ عبوری

q	SR			
	00	01	11	10
0	0	0	0	1
1	1	0	0	1

(ب)

q	SR			
	00	01	11	10
0	0	0	0	1
1	1	0	0	1

(ا)

شکل ۱۱.۲۱: ایس آر پلٹ کا استعمال

جدول کے مطابق  $SR = 00$  کرنے سے پلٹ بلند حال میں رہے گا، جو شکل-ب میں تیردار لکیر سے دکھایا گیا ہے۔ یہ دونوں اعمال پلٹ کے بولین جدول سے بھی واضح ہیں۔

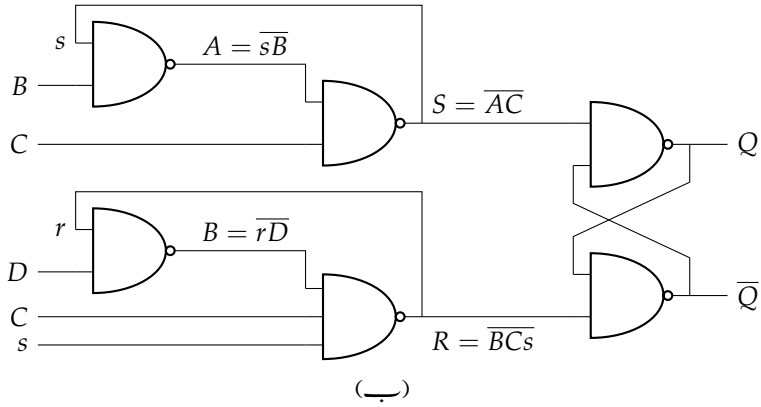
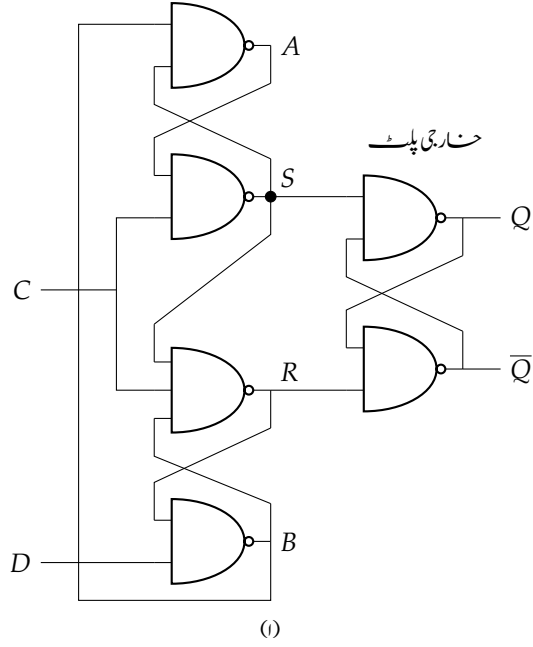
اب دیکھتے ہیں  $SR = 11$  سے آغاز کرتے ہوئے  $SR = 00$  کرنے سے کیا صورت پیدا ہوتی ہے۔ یاد رہے ان ادوار کو بنیادی طریقہ کار کے تحت چلایا جاتا ہے جہاں ایک سے زیادہ بیرونی مداحل تبدیل کرنے کی اجازت نہیں۔ بہر حال پھر بھی دیکھتے ہیں کہ ایسا کرنے سے کیا مسائل کھڑے ہوتے ہیں۔ بولین جدول کے مطابق  $SR = 00$  کرنے سے قبل  $Q$  اور  $\bar{Q}$  دونوں پست ہوں گے تاکہ آپس میں متضاد جبکہ کسی بھی پلٹ کے لئے لازم ہے کہ اس کے دونوں مختار جہز وقت متضاد حال ہوں۔ ساتھ ہی، عبوری جدول کے تحت اگر  $S$  پہلے پست حال اختیار کر لے تو اختتامی حال 0 ہوگا جبکہ اگر  $R$  پہلے پست ہو تب اختتامی حال 1 ہوگا۔ چونکہ قبل از وقت یہ جاننا ممکن نہیں کہ  $S$  یا  $R$  پہلے پست ہوگا لہذا اختتامی حال جاننا ممکن نہیں۔ دور کا یوں استعمال غیر یقینی صورت پیدا کرے گا۔

### ۱۱.۳.۲ ساعت کے کنارہ پر چلتا ہوا ڈی پلٹ

شکل ۱۱.۲۲-۱ میں ڈی پلٹ دکھایا گیا ہے جو ساعت کے کنارہ پر چلتا ہے۔ ڈی پلٹ میں اندرونی بازری دور پلٹا جاتا ہے جس کے اندرونی حال کے متغیرات  $S$  اور  $R$  جبکہ بازری اشارات  $s$  اور  $r$  ہیں<sup>۲۹</sup>۔ شکل-ب میں ڈی پلٹ کو بازری دور کے طرز پر بنایا گیا ہے تاکہ بازری اشارات  $s$  اور  $r$  کی پہچان آسان ہو۔

اس دور میں  $S$  اور  $R$  حال کے متغیرات،  $s$  اور  $r$  بازری اشارات، جبکہ  $C$  اور  $D$  بیرونی مداحل

<sup>۲۹</sup> اس کتاب میں ضرب منہم گیٹ پر مبنی ایس آر پلٹ کے مداحل عموماً  $\bar{S}$  اور  $\bar{R}$  لکھے گئے ہیں۔ یہاں  $S$  اور  $R$  لکھا گیا ہے۔ امید کی جاتی ہے کہ اس سے پریشانی پیدا نہیں ہوگی۔



شکل ۱۱.۳۲: ڈی پلٹ بطور بازرسی دور



ہیں۔ یوں درج ذیل لکھا جاسکتا ہے۔

$$\begin{aligned}
 A &= \overline{sB} \\
 B &= \overline{Dr} \\
 S &= \overline{AC} = \overline{A} + \overline{C} = \overline{sB} + \overline{C} = sB + \overline{C} = s(\overline{rD}) + \overline{C} \\
 &= s(\overline{r} + \overline{D}) + \overline{C} \\
 R &= \overline{BCs} = \overline{B} + \overline{C} + \overline{s} = \overline{Dr} + \overline{C} + \overline{s} \\
 &= Dr + \overline{C} + \overline{s}
 \end{aligned}
 \tag{۱۱.۴}$$

ان مساوات سے حاصل  $S$  اور  $R$  کے بولین جدول کو کارٹائف نقشہ حبات کے طرز پر شکل ۱۱.۲۳-۱۱ اور شکل-ب میں لکھ کر شکل-ج کا عبوری جدول حاصل کیا گیا۔ مکمل حال  $srCD$  کی صورت میں لکھے ہوئے اس جدول پر غور کرتے ہیں۔

منرض کریں جس لمحے پلٹ کو برقی طاقت مہیا کر کے زندہ کیا جاتا ہے اس لمحے ساعت،  $C$ ، اور بیرونی مداحسل،  $D$ ، دونوں پست ہیں۔ عبوری جدول کے مطابق دور  $CD = 00$  کی قطار میں ہوگا۔ اس قطار میں پہلا خانہ 0000، دوسرا خانہ 0100، اور چوتھا خانہ 1000 عبوری حال کے متغیر ظاہر کرتے ہیں۔ ان خانوں میں عبوری حال  $SR = 11$  ہے۔ تیسرا خانہ 1100، مستحکم حال  $SR = 11$  ظاہر کرتا ہے۔ اگر برقی طاقت کی منراہی کے لمحے تاخیر ایسی ہوں کہ دور ان تین عبوری خانوں میں سے کسی ایک میں داخل ہو تو وہ یہاں سے جلد  $sr = 11$  کی صف پہنچ کر مستحکم حال اختیار کرے گا۔ اگر زندہ ہونے ہی دور سیدھا 1100 خانے میں داخل ہو تب وہ یہی رہے گا۔

اس کے برعکس برقی طاقت مہیا کرنے کے لمحے اگر  $C = 1$  اور  $D = 1$  ہو تب عبوری جدول کے مطابق دور 0111 یا 1011 مستحکم حال پہنچ کر یہی رہے گا، جبکہ  $C = 1$  اور  $D = 0$  کی صورت میں دور 0110 یا 1010 حال میں ہوگا۔

پست ساعت کی صورت میں حال کے متغیر  $SR$  کی قیمت 11 رہتی ہے۔ عبوری جدول میں  $CD = 00$  اور  $CD = 01$  کی دو قطاریں اس حقیقت کو ظاہر کرتی ہیں جہاں تمام  $SR$  کی قیمت 11 ہے۔ ہم جاننے ہیں ایس آر پلٹ کے دونوں مداحسل بلند ہونے کی صورت میں پلٹ اپنا حال برقرار رکھتی ہے۔ یوں شکل ۱۱.۲۲ میں خارجی پلٹ اپنا حال برقرار رکھے گی۔

پست ساعت،  $C = 0$ ، اور پست  $D$  کی صورت میں مستحکم حال کا متغیر  $SR$  حاصل کرنے کی خاطر ہم عبوری جدول کی  $CD = 00$  قطار میں دیکھتے ہیں جہاں ہمیں مکمل حال  $srCD = 1100$  بطور مستحکم حال ملتا ہے۔ جدول کے اس خانے میں  $a$  لکھ کر اسے احبا کر کیا گیا ہے۔ یہاں  $SR = 11$  کی بدولت خارجی پلٹ اپنا حال برقرار رکھے گی۔

پست ساعت اور بلند  $D$  کی صورت میں  $CD = 01$  کی قطار میں مستحکم حال 1101 پایا جاتا ہے

sr	CD			
	00	01	11	10
00	1	1	0	0
01	1	1	0	0
11	1	1	0	1
10	1	1	1	1

$$S = s(\bar{r} + \bar{D}) + \bar{C}$$

(ب)

sr	CD			
	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	1	1	1
11	1	1	1	0
10	1	1	0	0

$$R = rD + \bar{C} + \bar{s}$$

(۱)

sr	CD			
	00	01	11	10
00	11	11	x 01	x 01
01	u 11	v 11	n (01)	q (01)
11	a (11)	b (11)	k 01	e 10
10	p 11	j 11	i (10)	m (10)

(ج)

شکل ۱۱.۲۳: ڈی پلٹ کے عبوری جدول کا حصول اور استعمال

جہاں  $SR = 11$  ہے اور یوں خارجی پلٹ اپنا حال برقرار رکھے گی۔ جدول کے اس خانے میں  $b$  لکھ کر اسے احبا گر کیا گیا ہے۔

فرض کریں دور مستحکم حال 1100، یعنی خانہ  $a$ ، میں ہے جب بیرونی مداخلت  $C$  بلند ہوتا ہے۔ بیرونی مداخلت  $C$  جس لمحہ 0 سے 1 ہوتا ہے اس لمحے کو ساعت کا کنارہ چڑھائی<sup>۳۱</sup> کہتے ہیں۔ یوں  $D = 0$  کی صورت میں ساعت کے کنارہ چڑھائی پر دور خانہ  $a$  کی صف میں رہتے ہوئے،  $CD = 00$  سے  $CD = 10$  کی قطار میں داخل ہو کر عبوری حال 1110 اختیار کرتا ہے۔ اس عبوری حال کو خانہ  $e$  کہا گیا ہے، جہاں سے دور جلد اختتامی مستحکم حال 1010 پہنچے گا جس کو خانہ  $m$  ظاہر کرتا ہے۔ حال 1010 میں حال کا متغیر  $SR = 10$  ہے۔ خارجی پلٹ  $SR = 10$  کی صورت میں پست حال اختیار کرے گی لہذا  $Q = 0$  ہو جائے گا۔ اس قدم کو خانہ  $a$  سے خانہ  $e$  کے راستے خانہ  $m$  تک تیسر دار لکیر سے ظاہر کیا گیا ہے۔ خلاصہ یہ ہے کہ  $D = 0$  کی صورت میں ساعت کے کنارہ چڑھائی پر  $Q = 0$  ہو جائے گا یعنی ڈی پلٹ پست حال اختیار کرے گی۔

اس پورے عمل پر دوبارہ غور کرتے ہیں۔ ساعت کے کنارہ چڑھائی آتے ہی دور عبوری حال 1110 سے گزر کر مستحکم حال 1010 اختیار کرتا ہے۔ ان دونوں حال میں  $SR = 10$  رہتا ہے اور یوں عبوری حال سے گزرتے ہوئے لرزش پیدا نہیں ہوگی۔ آگے پڑھتے ہوئے تسلی کر لیں کہ ہر قدم پر کسی بھی عبوری حال سے گزرتے وقت  $SR$  کی قیمت وہی ہوگی جو اس قدم کے اختتامی حال میں ہوگی۔ یوں ان لمحات پر لرزش سے کسی قسم کی غنیر یقینی صورت پیدا نہیں ہوگی۔

اسی طرح مکمل حال  $srCD = 1101$  میں موجود دور، ساعت کے کنارہ چڑھائی پر، عبوری حال 1111 سے گزر کر مستحکم حال 0111 اختیار کرے گا۔ اس قدم کو خانہ  $b$  سے خانہ  $k$  کے راستے خانہ  $n$  تک تیسر دار لکیر ظاہر کرتی ہے۔ یہ قدم بلند بیرونی مداخلت  $D = 1$  اور ساعت کے کنارہ چڑھائی پر  $SR = 01$  کی صورت میں ہونے والا عمل ہے جس سے داخلی پلٹ بلند ہو کر ڈی پلٹ کا محارج بلند ( $Q = 1$ ) کرتا ہے۔

ساعت کے کنارہ اترائی پر ہونے والے عمل کو تیسر دار لکیروں سے ظاہر کیا گیا ہے۔ انہیں آپ خود سمجھ سکتے ہیں۔ یہ دونوں لکیریں یہ حقیقت واضح کرتی ہیں کہ ساعت کے کنارہ اترائی پر عبوری حال اور اختتامی مستحکم حال دونوں میں  $SR = 11$  ہوگا لہذا بیرونی پلٹ اپنا حال برقرار رکھے گی اور یوں ساعت کے کنارہ اترائی پر ڈی پلٹ کے حال میں کسی قسم کی تبدیلی رونمائی نہیں ہوگی۔

ایک آخری بات۔ اس پلٹ کے حوالے سے کرتے ہیں۔ شکل ۱۱.۲۲ میں  $R$  پیدا کرنے والے ضرب متمم گیٹ کو  $S$  بطور داخلی اشارہ مہیا کیا گیا ہے، جس کی بدولت  $S$  اور  $R$  کسی صورت بیک وقت پست نہیں ہو سکتے۔ یاد رہے کہ  $S$  اور  $R$  دونوں بیک وقت پست ہونے سے بیرونی پلٹ کے دونوں محارج بلند ہو جائیں گے جو کہ ناممکن قبول صورت ہوگی۔ یوں عبوری جدول میں 0010 اور 0011 کے خانے کوئی معنی نہیں رکھتے۔ ان خانوں کو  $x$  لکھ کر احبا گر کیا گیا ہے۔

## ۱۱.۳.۳ ایس آر پلٹوں پر مبہنی غیر معاصر ادوار کا قدم با قدم تجزیہ

مذکورہ بالا مثالوں میں استعمال کیے گئے طریقہ کار کو یہاں بیان کرتے ہیں۔ پلٹ کے اپنے بازاری اشارات کو نظر انداز کرتے ہیں۔

• تمام پلٹوں کے مخارج کو  $Y_i$  سے ظاہر کریں جہاں  $i = 0, 1, 2, \dots$  ہے۔ مخارج سے حاصل بازاری اشارے کو اس مخارج کا  $i$  استعمال کرتے ہوئے  $y_i$  لکھیں۔ یوں  $Y_3$  سے حاصل بازاری اشارہ  $y_3$  کہلائے گا۔

• تمام پلٹوں کے  $S_i$  اور  $R_i$  مداحل کی مساوات حاصل کریں۔

• جمع متمم گیٹ پر مبہنی ایس آر پلٹ کے لئے تسلی کر لیں کہ  $SR = 0$  ہے جبکہ ضرب متمم گیٹ پر مبہنی ایس آر پلٹ کے لئے  $\bar{S} \bar{R} = 0$  ہونا ضروری ہے۔ ایسا ہونے کی صورت میں پلٹ غلط نتائج دے سکتا ہے۔

•  $S_i$  اور  $R_i$  دیکھ کر تمام پلٹ کے  $Y_i$  حاصل کریں۔

• ہر  $Y_i$  کو کارٹانف نقشے کے طرز پر لکھیں۔ ان نقشوں کی بائیں جانب قطار میں بازاری اشارات  $y$  جبکہ نقشوں کے اوپر صف میں بیرونی مداحل  $x$  لکھیں جہاں  $y$  سے مراد  $y_3 y_2 y_1 y_0 \dots$  جبکہ  $x$  سے مراد  $x_3 x_2 x_1 x_0 \dots$  ہے۔

• ان نقشوں کو عبوری جدول میں یکجا کریں۔ ان نقشوں کے خانوں میں  $Y$  لکھیں، جہاں  $Y$  سے مراد  $Y_3 Y_2 Y_1 Y_0 \dots$  ہے۔

• وہ خانے جن میں  $Y = y$  ہو، مستحکم حال ظاہر کرتے ہیں۔ انہیں دائرہ میں بند کریں۔ یوں عبوری جدول حاصل ہوگا۔



## باب ۱۲

# کمپیوٹر الف

اس باب میں کمپیوٹر کی سادہ ترین ساخت پر غور کیا جائے گا۔ سادہ ہونے کے باوجود اس میں کئی اعلیٰ تصورات شامل ہیں۔ اس باب کو پڑھنے اور سمجھنے کے بعد آپ جدید کمپیوٹر کی بناؤٹ سمجھ پائیں گے۔

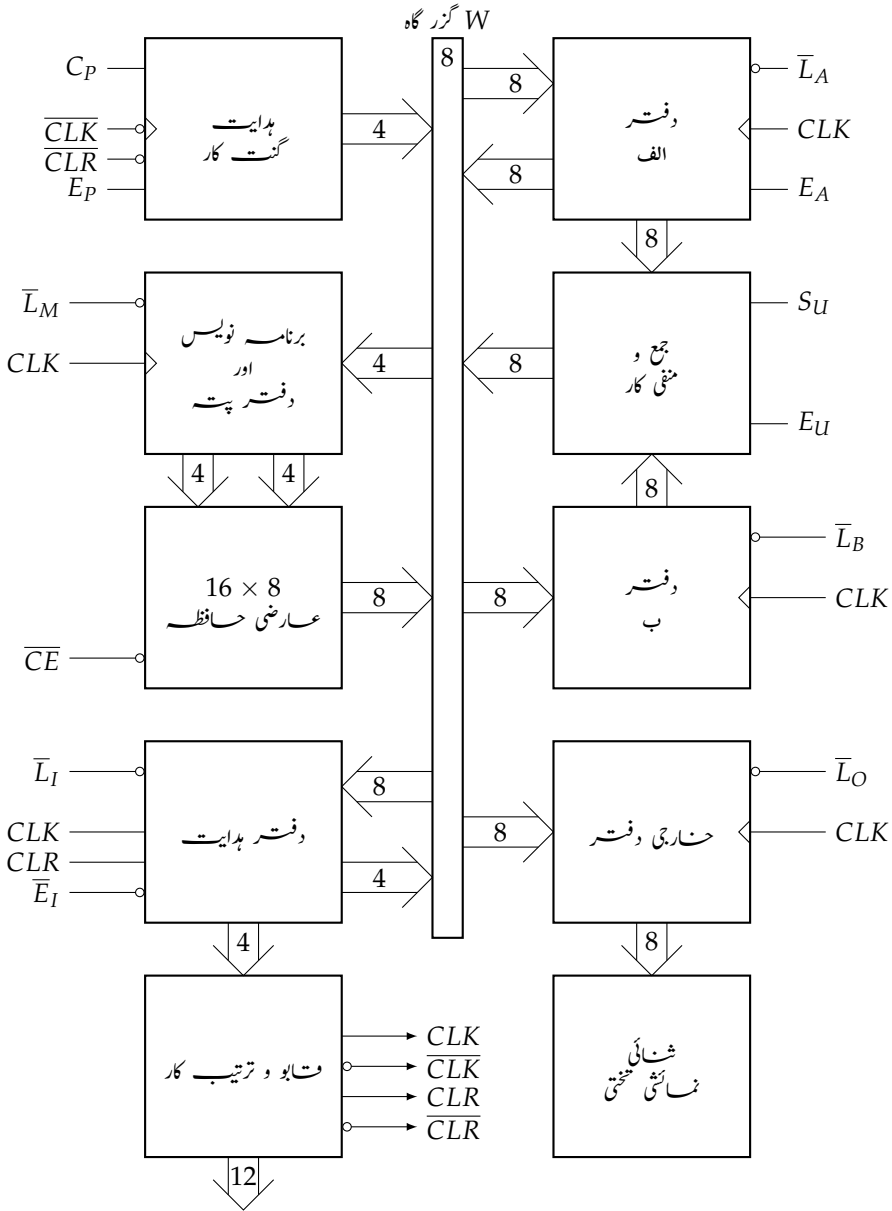
### ۱۲.۱ بناؤٹ

اس سادہ ترین کمپیوٹر (جس کو ہم کمپیوٹر الف<sup>۱</sup> کہیں گے) کی بناؤٹ شکل ۱۲.۱ میں پیش ہے۔ یہ ایک مکمل کمپیوٹر ہے۔ دفاتر کے وہ حنروج جو آٹھ ہٹ گزر گاہ سے جڑے ہیں، سہ **حالیہ** ہیں؛ جو مواد کی منظم ترسیل ممکن بناتا ہے۔ آٹھ ہٹ گزر گاہ سے مراد آٹھ برقی تاریں ہیں جو ذیلی ادوار (مثلاً حافظہ، جمع و منفی کار) کے مابین مواد کی ترسیل ممکن بناتے ہیں۔ دفاتر کے باقی حنروج دو **حالیہ**<sup>۲</sup> ہیں؛ یہ حنروج ان ڈب ادوار کو مسلسل معلومات (مواد، پستہ، شمار وغیرہ) منراہم کرتے ہیں جن سے یہ منسلک ہیں۔

کمپیوٹر الف کے مختلف حصے واضح کرنے کی عنرض سے شکل ۱۲.۱ بنایا گیا ہے۔ اسی لئے تمام متابو اشارات ایک ڈب جسے **قالبو مرکز**<sup>۳</sup> کہتے ہیں میں رکھے گئے ہیں؛ تمام داخلی اور خارجی ادوار ایک ڈب جسے **دخول و خروج مرکز**<sup>۴</sup> کہتے ہیں میں رکھے گئے ہیں، وغیرہ، وغیرہ۔

شکل ۱۲.۱ میں پیش کئی دفاتر آپ پہلے سے جانتے ہیں۔ ہر ڈب کی خصوصیات مختصراً بیان کرتے ہیں؛ ان پر تفصیلی گفتگو بعد میں کی جائے گی۔

tri-state<sup>۱</sup>  
two-state<sup>۲</sup>  
control unit<sup>۳</sup>  
input-output unit<sup>۴</sup>



$$C_P E_P \overline{L}_M \overline{CE} \overline{L}_I \overline{E}_I \overline{L}_A E_A S_U E_U \overline{L}_B \overline{L}_O$$

شکل ۱۲.۱: کمپیوٹر الف کی بناوٹ

### ہدایت گنت کار

حافظہ کے شروع میں ہر نامہ<sup>۵</sup> (پروگرام) رکھا جاتا ہے۔ پہلا ہدایت شنائی پتہ 0000 پر، دوسرا ہدایت پتہ 0001، اور تیسرا ہدایت 0010 پر ہوگا۔ ہدایت گنتے کار<sup>۶</sup>، جو تباہی مرکز کا حصہ ہے، 0000 تا 1111 گردان کرتا ہے۔ اس کا کام حافظہ کو وہ پتہ فراہم کرنا ہے جس سے اگلا ہدایت پڑھ کر عمل میں لایا جائے گا۔ یہ کام درج ذیل طریقے سے سرانجام ہوگا۔

کمپیوٹر کی ہر دوڑ سے قبل ہدایت گنت کار 0000 کر دیا جاتا ہے۔ جب کمپیوٹر کی دوڑ شروع ہوتی ہے ہدایت گنت کار حافظہ کو پتہ 0000 فراہم کرتا ہے۔ اس کے بعد ہدایت گنت کار ایک قدم بڑھا کر 0001 کر دیا جاتا ہے۔ پہلا ہدایت (مقام 0000 سے) پڑھ کر اس پر عمل کیا جاتا ہے، جس کے بعد ہدایت گنت کار حافظہ کو پتہ 0001 بھیجتا ہے اور ہدایت گنت کار ایک قدم بڑھا کر 0010 کر دیا جاتا ہے۔ دوسرا ہدایت پڑھنے اور اس پر عمل کرنے کے بعد ہدایت گنت کار حافظہ کو 0010 پتہ بھیجتا ہے۔ اس طرح، ہدایت گنت کار ہر وقت اگلی ہدایت پر نظر جمائے رکھتا ہے۔

گویا ہدایت گنت کار اس شخص کی طرح ہے جو ہدایت کی فہرست کی طرف اشارہ کرتے ہوئے کہتا ہے یہ کام پہلے کریں، یہ کام دوسرے نمبر پر کریں، یہ تیسرے نمبر پر کریں، وغیرہ۔ اسی لئے ہدایت گنت کار بعض اوقات اشارہ گر<sup>۷</sup> کہلاتا ہے؛ یہ حافظہ میں اس مقام کی طرف اشارہ کرتا ہے جہاں کوئی اہم معلومات درج ہوگی۔

### برنامہ نویس اور دفتر پتہ

ہدایت گنت کار کے نیچے برنامہ نویس اور دفتر پتہ کا ڈبہ ہے۔ شکل ۱۲.۲ میں برنامہ نویس پیش ہے (صفحہ ۲۳۶ پر شکل ۹.۱۹ سمجھیں) جس کے ذریعے سوچوں کی مدد سے عارضی حافظہ کو 4 پتہ اور 8 مواد ہنڈل فراہم کر کے بھرا جاتا ہے۔ یاد رہے کمپیوٹر کی (بامقصد) دوڑ سے قبل عارضی حافظہ میں برنامہ لکھنا لازمی ہے۔

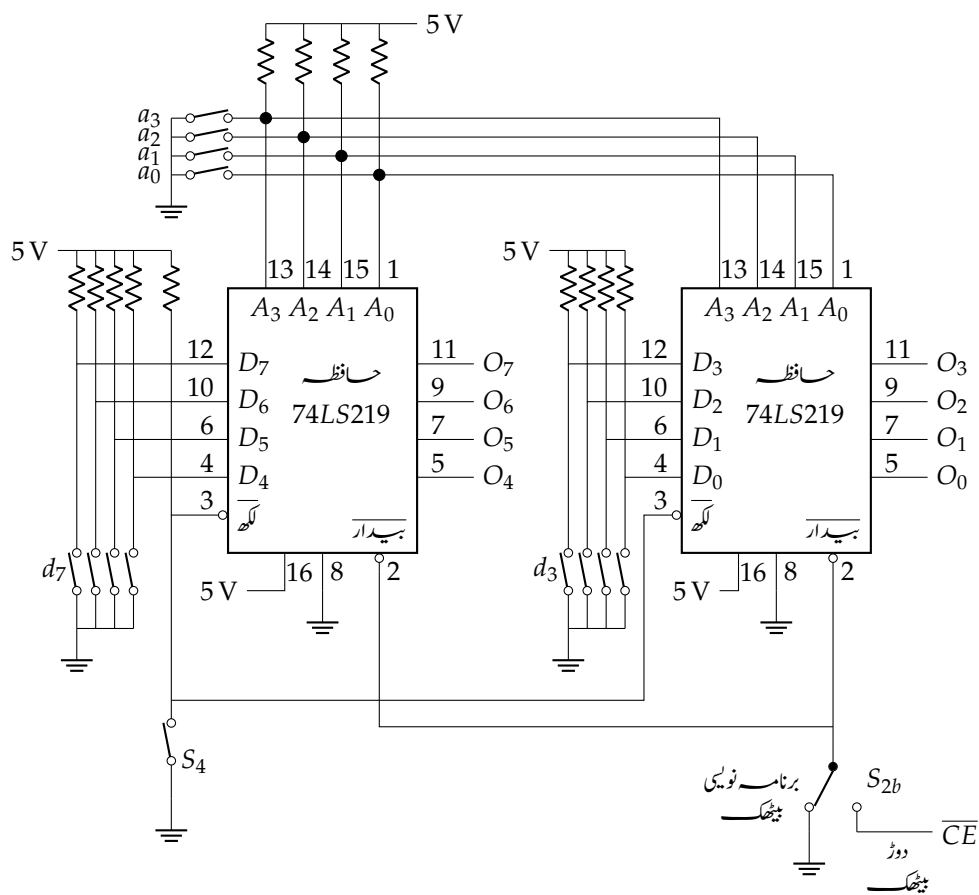
”دفتر پتہ“ کمپیوٹر الف کے عارضی حافظے کا حصہ ہے۔ کمپیوٹر کی دوڑ کے دوران، ہدایت گنت کار میں موجود پتہ اس (دفتر پتہ) میں منتقل کیا جاتا ہے۔ دفتر پتہ چند لمحوں بعد یہ پتہ عارضی حافظہ کو فراہم کرتا ہے، جہاں سے اگلی ہدایت پڑھی (اٹھائی) جاتی ہے۔

### عارضی حافظہ

کمپیوٹر کی دوڑ سے قبل  $8 \times 16$  عارضی حافظہ میں ہدایت اور درکار مواد لکھا جاتا ہے۔ کمپیوٹر کی دوڑ کے دوران، حافظہ کو دفتر پتہ 4 ہنڈل فراہم کرتا ہے؛ جہاں سے ہدایت یا مواد پڑھ کر W گزرگاہ پر رکھ دیا جاتا ہے جسے کمپیوٹر کا کوئی دوسرا حصہ استعمال کر سکتا ہے۔ عارضی حافظہ کے محتارج  $O_0$  تا  $O_7$  آٹھ برقی تاروں کے ذریعے کمپیوٹر کے باقی حصوں کے ساتھ جبراً ہے۔ ان آٹھ تاروں کو W گزرگاہ کہتے ہیں۔

<sup>۵</sup> program  
<sup>۶</sup> program counter  
<sup>۷</sup> pointer





شکل ۱۲.۲: برنامه نویسی

### دفتر ہدایت

فتابو مرکز کا ایک حصہ دفتر ہدایت<sup>۸</sup> ہے۔ حافظہ سے ہدایت پڑھنے کی خاطر کمپیوٹر جو عمل سرانجام دیتا ہے اس کو ہدایت پڑھنے کے لئے<sup>۹</sup> کہتے ہیں۔ حافظہ کے مخاطب مقام<sup>۱۰</sup> پر موجود ہدایت (یا مواد) کو یہ عمل W گزرگاہ پر رکھتا ہے۔ ساتھ ہی ساعت کے اگلے مثبت کنارے پر دفتر ہدایت بھرائی کے لئے تیار کر دیا جاتا ہے۔ (مخاطب مقام سے مراد حافظہ میں وہ مقام ہے جس کا پتہ حافظہ کو منراہم کیا گیا ہو۔)

دفتر ہدایت میں موجود معلومات کو دو حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ زیریں (خچلے) چارہٹ سہ حالی مخارج ہے جو بوقت ضرورت W گزرگاہ پر ڈال دیا جاتا ہے جبکہ بالا چارہٹ دو حالی مخارج ہے جو سیدھا فتابو ترتیب کار کو مہیا کیا جاتا ہے۔

### فتابو ترتیب کار

کمپیوٹر کی ہر دوڑ سے قبل ہدایت گنت کار کو پست (فعال)  $\overline{CLR}$  اور دفتر ہدایت کو بلند (فعال) CLR اشارہ بھیجا جاتا ہے، جو ہدایت گنت کار صاف (0000) کرتا ہے اور دفتر ہدایت میں موجود ہدایت زائل کرتا ہے۔

تمام مستحکم کار دفن ترکو ساعتی اشارہ CLK بھیجا جاتا ہے جو کمپیوٹر کے مختلف اعمال ہم قدم کرتے ہوئے اس بات کو یقینی بناتا ہے کہ تمام کام اپنے اپنے وقت پر ہو۔ دوسرے لفظوں میں، دفن ترکے مابین معلومات کا تبادلہ مشترک ساعت CLK کے مثبت کنارے پر ہوگا۔ دھیان رہے، ہدایت گنت کار کو CLK اشارہ بھی منراہم کیا گیا ہے۔

فتابو ترتیب کار 12 ہٹ قابو لفظ<sup>۱۱</sup> اخراج کرتا ہے جو باقی کمپیوٹر کو فتابو کرتا ہے۔ وہ 12 برقی تار جن پر یہ لفظ ترسیل ہوتا ہے قابو گزرگاہ<sup>۱۲</sup> کہلاتا ہے۔

بارہ ہٹ "فتابو لفظ" درج ذیل ہے۔

$$\text{فتابو لفظ} = C_p E_p \overline{L_M} \overline{C_E} \overline{L_I} \overline{E_I} \overline{L_A} E_A S_u E_u \overline{L_B} \overline{L_O}$$

ساعت CLK کے اگلے مثبت کنارے پر دفن ترکو عمل اس لفظ کے تحت ہوگا۔ مثلاً،  $E_p$  اور پست  $\overline{L_M}$  کی صورت میں ساعت کے اگلے مثبت کنارے پر ہدایت گنت کار کی معلومات دفتر پست میں نقل ہو گی۔ اسی طرح، پست  $\overline{C_E}$  اور پست  $\overline{L_A}$  کی صورت میں ساعت کے اگلے مثبت کنارے پر دفن ترکو الف میں عارضی حافظہ کا مخاطب لفظ نقل ہوگا۔ انتہال مواد کی وقتیہ ترسیات پر غور (جس سے ہم حبان پائیں گے یہ انتہال کیسے اور کب ہوں گے) بعد میں کیا جائے گا۔

<sup>۸</sup> instruction register  
<sup>۹</sup> memory read operation  
<sup>۱۰</sup> addressed location  
<sup>۱۱</sup> control word  
<sup>۱۲</sup> control bus

## د فتر الف

کمپیوٹر کی دوڑ کے دوران حاصل نتائج د فتر الف میں ذخیرہ کیے جاتے ہیں۔ شکل ۱۲.۱ میں الف کے دو مخارج دکھائے گئے ہیں۔ اس کا دو حالی مخارج سیدھا جمع و منفی کار کو جاتا ہے جبکہ تین حالی مخارج W گزرگاہ کو جاتا ہے۔ یوں الف کا آٹھ بٹ لفظ جمع و منفی کار کو مسلسل منراہم ہوگا؛ یہی لفظ بلند  $E_A$  کی صورت میں W گزرگاہ پر بھی ڈالا جائے گا۔

## جمع و منفی کار

یہاں نکلہ 2 کا جمع و منفی کار مستعمل ہے۔ پست  $S_{UI}$  کی صورت میں شکل ۱۲.۱ میں جمع و منفی کار کا مخارج S درج ذیل ہو گا۔

$$S = \text{الف} + \text{ب}$$

بلند  $S_{UI}$  کی صورت میں جمع و منفی کار درج ذیل دیگا جہاں  $B'$  سے مراد B کا اس 2 نکلہ ہے۔ (یاد رہے، 2 کا نکلہ علامت تبدیل کرنے کے مترادف ہے۔)

$$S = \text{الف} + \text{ب}'$$

جمع و منفی کار غیر معاصر ہے (یعنی اس کی کارکردگی ساعت پر منحصر نہیں)؛ یوں جیسے ہی داخلی الفاظ تبدیل ہوں، اس کا مخارج تبدیل ہوگا۔ بلند  $E_{UI}$  کی صورت میں یہ مخارج W گزرگاہ پر ڈالا جائے گا۔

## د فتر ب

د فتر ب حالی اعمال میں استعمال کیا جاتا ہے۔ پست  $\bar{L}_B$  کی صورت میں ساعت کے مثبت کنارے پر W گزرگاہ پر موجود لفظ ب میں نقل ہوگا۔ د فتر ب کا دو حالی مخارج مسلسل جمع و منفی کار کو منراہم کیا جاتا ہے۔ یہ عدد الف میں موجود عدد کے ساتھ جمع یا اس سے منفی ہوگا۔

## خارجی د فتر

کسی بھی مسئلے کو حل کرنے کے بعد حاصل نتیجہ د فتر الف میں ہوگا۔ یہ نتیجہ بیرونی دنیا کو بتانا مقصود ہو گا۔ یہ کام خارجی د فتر<sup>۱۳</sup> کے سپرد ہے۔ بلند  $E_A$  اور پست  $\bar{L}_O$  کی صورت میں ساعت کے اگلے مثبت کنارے پر الف میں موجود معلومات خارجی د فتر میں نقل کی جاتی ہے۔

چونکہ خارجی د فتر کے ذریعہ مواد کمپیوٹر سے باہر منتقل ہوتا ہے لہذا اسے عموماً خارجی روزیج<sup>۱۴</sup> بھی کہتے ہیں۔ خارجی روزن ملاچے ادوار<sup>۱۵</sup> سے منسلک ہوگا جو بیرونی آلات مثلاً پرنٹر<sup>۱۶</sup>، سائیکلی نائٹی تختی، کمپیوٹر کاشیش، وغیرہ چلاتے ہیں۔

<sup>۱۳</sup> output register  
<sup>۱۴</sup> output port  
<sup>۱۵</sup> interface circuits  
<sup>۱۶</sup> printer

## شنائی نمائشی تختی

شنائی نمائشی تختی آٹھ نوری ڈایوڈ<sup>۷</sup> پر مبنی ہے۔ خارجی روڈن کے ہر بٹ کے ساتھ ایک نوری ڈایوڈ منسلک ہے۔ یوں شنائی نمائشی تختی پر خارجی دفتر میں موجود معلومات شنائی روپ میں نظر آئے گی۔

## خلاصہ

اس کمپیوٹر کا تریو مسرکز ہدایت گنت کار، ہدایت دفتر، اور فٹا بود ترتیب کار (جو فٹا بود لفظ، ساعت CLK، اور زائل اشارہ CLR پیدا کرتا ہے) پر مشتمل ہے۔ کمپیوٹر کا مرکز حاسب و منطق<sup>۸</sup> دفتر الف، دفتر ب، اور جمع و منفی کار پر مشتمل ہے۔ کمپیوٹر کا حافظہ دفتر پتہ اور  $16 \times 8$  عارضی حافظہ پر مشتمل ہے۔ درآمدی سوئچ، خارجی روڈن، اور شنائی نمائشی تختی مل کر دخول و خروج مسرکز دیتے ہیں۔

## ۱۲.۲ ہدایات کی فہرست

کمپیوٹر کی بامقصد دوڑ سے قبل اس کے حافظہ میں ہدایات قدم با قدم بھرنا لازم ہے۔ البتہ، ایسا کرنے سے پہلے آپ کو یہ ہدایات جاننی ہوگی۔ ان ہدایات سے مراد وہ اعمال ہیں جو یہ کمپیوٹر سرانجام دے سکتا ہے۔ اس کمپیوٹر کی ہدایات کی فہرست پر اب غور کرتے ہیں۔ ہدایات کا مجموعہ کمپیوٹر کی مادری زبان<sup>۹</sup> کہلاتا ہے۔

## نقل

حافظہ کے مقام 00002 پر موجود معلومات کو ہم  $R_0$  کہتے ہیں، مقام 00012 پر  $R_1$  ہوگا، وغیرہ۔ یوں  $R_0$  مقام 0H پر محفوظ ہے،  $R_1$  پتہ 1H پر،  $R_2$  پتہ 2H پر، وغیرہ، جہاں 0H سے مراد 0<sub>16</sub> ہے۔ سادس عشری اعداد کے آخر میں زیر نوشت 16 لکھنے کی بجائے ہم عدد کے آخر میں H لکھتے ہیں۔

کمپیوٹر الف کی ایک ہدایت نقل ہے، جو دفتر الف میں مواد ”نقل“ کرنے کی ہدایت ہے۔ پوری ہدایت میں اس مواد کا سادس عشری پتہ بھی دیا جاتا ہے جو دفتر الف میں بھرا جائے گا، لہذا مکمل ہدایت درج ذیل ہے، جو جدول ۱۲.۱ میں بھی پیش ہے۔

## نقل پتہ

یوں ”نقل 8H“ کہتی ہے، عارضی حافظہ کے پتہ 8H پر درج معلومات کو دفتر الف میں نقل کر؛ یعنی حافظہ کے مقام 8H سے دفتر الف میں مواد ڈال۔ اس ہدایت پر عمل کرنے کے بعد دفتر الف میں اور حافظہ کے مقام 8H پر ایک جیسا مواد پایا جائے گا۔ یوں درج ذیل صورت میں

$$R_8 = 1111\ 0000$$

جو کہتی ہے مقام  $R_8$  پر شنائی معلومات 1111 0000 محفوظ ہے، ذیل ہدایت

نقل 8H

پر عمل کے بعد درج ذیل ہوگا۔

$$\text{الف} = 1111\ 0000$$

آپ نے دیکھا یہ ہدایت دفتر الف میں معلومات نقل کرتے ہوئے حافظہ میں درج معلومات پر اثر انداز نہیں ہوتی۔

اسی طرح ”نقل AH“، حافظہ کے مقام  $10_{10}$  سے دفتر الف میں معلومات نقل کرے گی، اور ”نقل FH“ حافظہ کے مقام  $F_{16}$  سے معلومات دفتر الف میں نقل کرے گی۔

جمع

کمپیوٹر کی یہ ہدایت دو اعداد ”جمع“ کرنے کو کہتی ہے۔ پہلا عدد دفتر الف میں ہوگا جبکہ دوسرے عدد د کا پتہ مکمل ہدایت میں شامل ہوگا؛ نتیجہ دفتر الف میں محفوظ ہوگا، لہذا دفتر الف میں پہلے سے موجود مواد زائل ہوگا۔ یوں اگر دفتر الف میں  $2_{10}$  اور حافظہ کے مقام  $9H$  پر  $3_{10}$  ہو:

$$\text{الف} = 0000\ 0010$$

$$R_9 = 0000\ 0011$$

تب ذیل ہدایت

جمع 9H

پر عمل کرنے کے لئے درج ذیل اقدام پر عمل کرنا ہوگا۔ پہلے قدم پر، دفتر ب میں  $R_9$  ڈالاجائے گا:

$$B = 0000\ 0011$$

جس کے فوراً بعد جمع و منفی کار الف اور ب کا مجموعہ

$$\text{مجموعہ} = 0000\ 0101$$

معلوم کرتا ہے۔ دوسرے قدم پر، یہ مجموعہ دفتر الف میں ڈالاجاتا ہے۔

$$\text{الف} = 0000\ 0101$$

جب بھی ”جمع“ کی ہدایت پر عمل کیا جائے درج بالا اقدام اٹھانے ہوں گے؛ دیے گئے پتے سے مواد دفتر ب میں ڈال کر جمع و منفی کار سے مجموعہ حاصل کرنے کے بعد نتیجہ دفتر الف میں ڈالاجاتا ہے۔ چونکہ دفتر الف میں پہلے سے موجود مواد کے اوپر نیا مواد (حاصل جمع) لکھا جاتا ہے لہذا دفتر الف کا پرانا مواد زائل ہوگا۔ اسی طرح چونکہ دفتر ب میں دیے گئے پتے کا مواد ڈالا گیا جاتا ہے لہذا دفتر ب کا پرانا مواد بھی زائل ہوگا۔ اس طرح ”جمع 9H“ پر عمل کرنے سے دفتر الف کا مواد اور  $R_9$  کا مجموعہ دفتر الف میں حاصل ہوگا۔ ”جمع FH“ پر عمل کے بعد دفتر الف میں  $R_F$  اور دفتر الف کا مجموعہ پایا جائے گا۔

## جدول ۱۲.۱: کمپیوٹر کی مادری زبان کی ہدایت

عمل	ہدایت
دفترالف میں حافظہ سے مواد کا نقل	نقل پتہ
دفترالف کے ساتھ حافظہ کا مواد جمع کرنا	جمع پتہ
دفترالف سے حافظہ کا مواد منفی کرنا	منفی پتہ
دفترالف کا مواد رجسٹری دفترالف میں ڈالنا	برآمد
کام روک دینا	رک

## منفی

دو اعداد منفی کرنے کے لئے کمپیوٹر کی ہدایت منفی ہے جو دفترالف میں موجود عدد سے دیا گیا عدد منفی کر کے نتیجہ دفترالف میں ڈالے گی۔ مکمل ہدایت میں منفی ہونے والے عدد کے مقام کا پتہ بھی شامل ہوگا۔

## منفی پتہ

یوں ”منفی CH“ کا مطلب ہے دفترالف میں موجود مواد سے حافظہ کے مقام CH پر موجود مواد  $R_C$  منفی کر کے نتیجہ دفترالف میں ڈالیں۔

مشال کی خاطر فرض کریں دفترالف میں اعشاری 7 اور حافظہ کے مقام CH پر اعشاری 3 پایا جاتا ہے۔

$$\text{الف} = 0000\ 0111$$

$$R_C = 0000\ 0011$$

”منفی CH“ پر عمل درج ذیل اقدام اٹھانے سے ہوگا۔ پہلے قدم پر، دفترب میں  $R_C$  ڈالا گیا جاتا ہے:

$$\text{ب} = 0000\ 0011$$

جس کے فوراً بعد جمع و منفی کار دفترالف اور ب کا منفرق:

$$\text{منفرق} = 0000\ 0100$$

معلوم کرتا ہے۔ دوسرے قدم پر یہ منفرق دفترالف میں ڈالا جاتا ہے۔

$$\text{الف} = 0000\ 0100$$

منفی ہدایت پر عمل درج بالا اقدام کے ذریعہ ہوگا؛ دیے گئے پتہ پر موجود مواد حافظہ سے دفترب میں ڈال کر جمع و منفی کار کو مہیا کیا جاتا ہے جو فوراً ان کا منفرق معلوم کرتا ہے۔ یہ منفرق دفترالف میں ڈالا جاتا ہے۔ یوں ”منفی CH“ پر عمل کرتے ہوئے  $R_C$  کو دفترالف سے منفی کر کے نتیجہ دفترالف میں ڈالا جائے گا۔ ”منفی EH“ مقام EH پر موجود مواد  $R_E$  کو دفترالف سے منفی کر کے نتیجہ دفترالف میں ڈالتا ہے۔

## برآمد

کمپیوٹر کی ہدایت برآمد کہتی ہے دفتر الف کا مواد حرجی دفتر میں ڈالیں۔ اس ہدایت پر عمل کرنے کے بعد دفتر الف کا مواد کمپیوٹر سے باہر دستیاب ہو گا جہاں سے آپ منتخب دیکھ سکتے ہیں۔

اس ہدایت پر عمل کرنے کے لئے حافظہ سے رجوع کرنے کی ضرورت نہیں لہذا اس ہدایت میں پتہ درکار نہیں ہے۔

## رک

یہ ہدایت، جو برنامے کی آخری ہدایت ہوگی، کمپیوٹر کو مزید ہدایات پر عمل کرنے سے روکتی ہے۔ یہ ہدایت، جملہ مکمل ہونے کے بعد (جملے کے آخر میں) ختمہ ۲۰ کے مترادف ہے۔ ہر برنامے کے آخر میں یہ ہدایت ضروری ہے؛ ورنہ کمپیوٹر بے باقی دوڑتا رہے گا اور بے مقصد (اور غلط) نتائج فراہم کرتا رہے گا۔

رک کی ہدایت از خود مکمل ہے۔ اس پر عمل کرنے کی خاطر حافظہ سے رجوع کرنے کی ضرورت نہیں لہذا اس ہدایت میں پتے کی شمولیت نہیں ہوگی۔

## حافظہ سے رجوع کرنے والی راجع ہدایات

نقل، جمع، اور منفی ہدایات حافظہ سے رجوع کرتی ہیں لہذا یہ راجع ہدایات<sup>۲۱</sup> کہلاتی ہیں۔ اس کے برعکس برآمد اور رک حافظہ سے رجوع نہیں کرتی ہیں لہذا یہ ہدایات غیر راجع ہیں۔

## 8080 اور 8085

وسیع پیمانے پر استعمال ہونے والا پہلا خرد عامل کار<sup>۲۲</sup> (مائیکروپراسیسر) 8080 تھ۔ اس کی کل 72 ہدایات ہیں۔ اس خرد عامل کار 8085 ہے جو انہیں ہدایات پر چلتا ہے۔ کمپیوٹر الف کو حقیقتاً قبل استعمال بنانے کی غرض سے ہم اس کی ہدایات کو 8080/8085 کی ہدایت کے ہم آہنگ بناتے ہیں۔ دوسرے لفظوں میں نقل، جمع، منفی، برآمد، اور رک 8080/8085 کی بھی ہدایات ہیں۔

مثال ۱۲.۱: کمپیوٹر الف کا ایک برنامہ پیش ہے۔

پتہ	ہدایت
0H	نقل
1H	جمع
2H	جمع
3H	منفی
4H	برآمد
5H	رک

<sup>۲۱</sup>fullstop  
memory-reference instructions  
<sup>۲۲</sup>microprocessor

حافظہ میں برنامہ سے اوپر درج ذیل مواد پایا جاتا ہے۔

پتہ	مواد
6H	FFH
7H	FFH
8H	FFH
9H	01H
AH	02H
BH	03H
CH	04H
DH	FFH
EH	FFH
FH	FFH

یہ ہدایت کیا کریں گے؟

حل: برنامہ نیچے حافظہ میں 0H تا 5H مقامات پر رکھا گیا ہے۔ پہلی ہدایت حافظہ کے مقام 9H سے مواد 01H دفتر الف میں نقل کرتی ہے۔

$$01H = \text{الف}$$

دوسری ہدایت مقام AH کا مواد دفتر الف کے ساتھ جمع کر کے نتیجہ دفتر الف میں ڈالتی ہے۔

$$01H + 02H = 03H = \text{الف}$$

تیسری ہدایت حافظہ کے مقام BH کے مواد کو دفتر الف (جس میں اس وقت 03H موجود ہے) کے ساتھ جمع کر کے نتیجہ دفتر الف منتقل کرتی ہے۔

$$03H + 03H = 06H = \text{الف}$$

چوتھی ہدایت مقام CH کے مواد کو دفتر الف سے منفی کر کے نتیجہ دفتر الف میں ڈالتی ہے۔

$$06H - 04H = 02H = \text{الف}$$

پانچویں ہدایت دفتر الف کے مواد کو خارجی دفتر میں منتقل کرتی ہے۔ خارجی دفتر کے ساتھ شناختی نمائش منتقلی منسلک ہے جس پر یہ مواد شناختی روپ میں نظر آئے گا۔ یوں نوری ڈیوڈ درج ذیل دکھائیں گے۔

0000 0010

□

آخری ہدایت دہی ہے جو کمپیوٹر کر کو مسزید ہدایات پر عمل کرنے سے روکتی ہے۔



جدول ۱۲.۲: کمپیوٹر الف کے ہدایتی رموز

ہدایت	ہدایتی رمز
نقل	0000
جمع	0001
منفی	0010
برآمد	1110
رک	1111

### ۱۲.۳ کمپیوٹر کی برنامه نویسی

کمپیوٹر حافظہ میں ہدایات اور مواد بھرنے کے لئے ہمیں ایسی زبان استعمال کرنی ہوگی جو کمپیوٹر سمجھ سکے۔ جدول ۱۲.۲ میں کمپیوٹر کے ہدایتی رموز<sup>۲۳</sup> پیش ہیں۔ یوں ”نقل“ کی ہدایت کے لئے کمپیوٹر 0000 کاشنائی رمز استعمال کرتا ہے۔ ”جمع“ کے لئے 0001، ”منفی“ کے لئے 0010، ”برآمد“ کے لئے 1110، اور ”رک“ کے لئے 1111 رمز استعمال ہوگا۔

جیسا پہلے ذکر کیا گیا، (صفحہ ۲۳۵ پر مثال ۹.۱ دیکھیں) برنامه نویس (شکل ۱۲.۲) سوئچ کے ذریعہ حافظہ میں معلومات ڈالتا ہے۔ ان سوئچ کو یوں استعمال کیا گیا ہے کہ کھڑا (منقطع) سوئچ 1 اور بیٹھا (غیر منقطع یا چالو) سوئچ 0 دیتا ہے۔ برنامه نویسی کے دوران سوئچ  $d_4$  تا  $d_7$  ہدایت کے رموز کے مطابق رکھے جاتے ہیں جبکہ  $d_0$  تا  $d_3$  ہدایت کے باقی زیر عمل<sup>۲۴</sup> حصے کے مطابق رکھے جاتے ہیں۔

مثلاً، فرض کریں ہم درج ذیل ہدایات حافظہ میں بھرنا چاہتے ہیں۔

پتہ	ہدایت
0H	نقل FH
1H	جمع EH
2H	رک

سب سے پہلے ایک ایک ہدایت کاشنائی روپ حاصل کرتے ہیں۔

نقل FH	=	0000 1111
جمع EH	=	0001 1110
رک	=	1111 xxxx

پہلی ہدایت ”نقل FH“ ہے جس کے دو حصے ہیں۔ اس کا پہلا حصہ ہدایت ”نقل“ ہے جس کاشنائی رمز 0000 ہے؛ اس کا دوسرا حصہ FH ہے جو اس مقام کا پتہ ہے جہاں سے مواد لیا جائے گا۔ یہ ہدایت کا زیر عمل<sup>۲۵</sup>

<sup>۲۳</sup>operationcodes, opcodes  
<sup>۲۴</sup>operand  
<sup>۲۵</sup>operand

ہے۔ اس پتے کا شنائی مشال 1111 ہے۔ یوں ”جمع FH“ کی جگہ ان کے شنائی مشال جوڑ کر 0000 1111 حاصل کیا گیا ہے۔ دوسری ہدایت میں جمع کارمنز 0001 اور زیر عمل سے EH کا شنائی مشال 1110 ہے۔ ان کو ساتھ ساتھ لکھ کر 0001 1110 حاصل کیا گیا ہے۔ آخری ہدایت میں دی کارمنز 1111 ہے جبکہ اس کا کوئی زیر عمل سے نہیں پایا جاتا، لہذا زیر عمل سے غیر مطلوب ہے جس میں کچھ بھی لکھا جاسکتا ہے۔ اس غیر مطلوب سے کو xxxxx ظاہر کیا گیا ہے۔ یوں 1111 xxxxx حاصل کیا گیا ہے۔

اب  $S_{2b}$  کو ”برنامہ نویسی پیٹھک“ پر بٹھا کر (یعنی اس کا بازو زمین کے ساتھ جوڑ کر) پتہ اور مواد کے سوچ قدم با قدم درج ذیل رکھیں، جہاں ”ک“ سے مراد کھڑا یعنی منقطع سوچ ہے جو 1 ظاہر کرتا ہے، ”ب“ سے مراد بیٹھا یا غیر منقطع (چالو) سوچ ہے جو 0 ظاہر کرتا ہے، اور ”x“ سے مراد غیر دلچسپ حالت ہے جس میں سوچ کسی بھی حالت (منقطع یا غیر منقطع) میں ہو سکتا ہے۔

پتہ	مواد
ب ب ب ب	ک ک ک ب ب ب ب
ک ب ب ب	ب ک ک ک ب ب ب
ب ک ب ب	ک ک ک ک x x x x

$S_4$  دا بے تمام<sup>۲۶</sup> ہے جو دہانے سے بیٹھتا اور چھوڑنے سے اٹھتا ہے۔ آزاد (بغیر دہانے گئے) حالت میں دابہ تمام کھڑا رہتا ہے۔ ہر قدم پر پتہ اور مواد سوچ مطلوب حالت میں رکھ کر  $S_4$  لمحاتی بٹھا کر واپس اٹھنے دیا جاتا ہے تاکہ مطلوب پتے پر مواد لکھی جائے۔ تینوں پتہ پر مواد لکھنے کے بعد  $S_{2b}$  کو ”دوڑ پیٹھک“ پر بٹھائیں (یعنی اس کے بازو کو زمین کی بجائے ”دوڑ“ کے مقام پر رکھیں جو CE اشارے سے جڑا ہے)۔ حافظہ کے ابتدائی تین مقامات پر اب درج ذیل پایا جائے گا۔

پتہ	مواد
0000	0000 1111
0001	0001 1110
0010	1111 xxxx

آپ نے دیکھا کہ ہم کمپیوٹر کی مادری زبان میں اردو کے الفاظ مثلاً ”نقل“، اور ”جمع“ استعمال کر کے کمپیوٹر کو ہدایات جاری کرتے ہیں۔ کمپیوٹر از خود ”شنائی زبان“ سمجھتا ہے جو ”مشینی زبان“ کہلاتی ہے۔ مشینی زبان میں 0 اور 1 سے الفاظ بنائے جاتے ہیں۔ درج ذیل مثال ان زبانوں میں منرق احبا گر کرتا ہے۔

مثال ۱۲.۲: گزشتہ مثال میں دیے گئے برنامے کا ترجمہ مشینی زبان میں کریں۔

حل: مثال ۱۲.۱ کا برنامہ جو مادری زبان میں ہے ذیل ہے۔

پتہ	ہدایات
0H	نقل 9H
1H	جمع AH
2H	جمع BH
3H	منفی CH
4H	برآمد
5H	ری

اس کا ترجمہ مشینی زبان میں کرتے ہیں۔

پتہ	ہدایت
0000	1001 0000
0001	1010 0001
0010	1011 0001
0011	1100 0010
0100	xxxx 1110
0101	xxxx 1111

اس شناختی برنامه میں ہدایت کے چار بلند ترین بتیہ ”عمل“ کو ظاہر کرتے ہیں جبکہ چار کم ترین بتیہ ”پتہ“ مندرجہ کرتے ہیں۔ بعض اوقات ہم چار بلند ترین بتیہ کو چار ہدایت<sup>۲۸</sup> اور چار کم ترین بتیہ کو چار پتہ<sup>۲۹</sup> کہتے ہیں۔

$$\text{ہدایت} = \underbrace{\text{XXXX}}_{\text{جزو ہدایت}} \underbrace{\text{YYYY}}_{\text{جزو پتہ}}$$

□

مثال ۱۲.۳: درج ذیل حساب کرنے کے لئے کمپیوٹر کا برنامه لکھیں۔ تمام اعداد اعشاری ہیں۔

$$16 + 20 + 24 - 32$$

حل: گزشتہ مثال کا برنامه لے کر حافظہ کے مقام 9H تا CH میں بالترتیب مواد 16، 20، 24، اور 32 کے سادس عشری ممائل لکھ کر درج ذیل مطلوبہ برنامه حاصل ہوگا۔ (اعشاری 16 کا سادس عشری ممائل 10H ہے۔)

پتہ	ہدایت
0H	نقل 9H
1H	جمع AH
2H	جمع BH
3H	منفی CH
4H	برآمد
5H	رک
6H	XX
7H	XX
8H	XX
9H	10H
AH	14H
BH	18H
CH	20H
DH	XX
EH	XX
FH	XX

اس کا ترجمہ مشینی زبان میں کرتے ہیں۔

پتہ	ہدایت
0000	0000 1001
0001	0010 1010
0010	0011 1011
0100	0011 0010 1100
0101	0100 1110 xxxx
0110	0101 1111 xxxx
0111	0110 xxxx xxxx
1000	0111 xxxx xxxx
1001	1000 xxxx xxxx
1010	1001 0000
1011	1010 0001 0100
1100	1011 0001 1000
1101	1100 0010 0000
1110	1101 xxxx xxxx
1111	1110 xxxx xxxx
	1111 xxxx xxxx

یاد رہے برنامے کی پہلی ہدایت حافظہ کے مقام 0000 سے پڑھی جاتی ہے، دوسری مقام 0001 سے پڑھی جاتی ہے، وغیرہ، لہذا برنامہ زیریں حافظہ میں اور مواد بالا میں رکھا گیا ہے۔ غیر متعلق مقامات میں معلومات کو xxxx xxxx دکھایا گیا ہے۔

□

مثال ۱۲.۴: درج بالا مثال میں حاصل شدہ برنامہ کو سادس عشری روپ میں لکھیں۔ شائی روپ کی بجائے ہم عموماً برنامے کا سادس عشری روپ استعمال کرتے ہیں۔  
حل:

پت	ہدایت
0H	09H
1H	1AH
2H	1BH
3H	2CH
4H	EXH
5H	FXH
6H	XXH
7H	XXH
8H	XXH
9H	10H
AH	14H
BH	18H
CH	20H
DH	XXH
EH	XXH
FH	XXH

سادس عشری میں لکھی گئی زبان بھی مشینی زبان کہلاتی ہے۔

مشینی زبان میں منی عدد کا اساس 2 تکملہ استعمال کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر، 03H - کی بجائے FDH حافظہ میں ڈالا جائے گا۔  
□

## ۱۲.۴ بازیابی پھیرا

کمپیوٹر کی خود کار کردگی کا دار و مدار ”فتابو مسرکز“ پر ہے۔ حافظہ سے باری باری ایک ہدایت اٹھانے اور اس پر عمل کرنے کے احکامات فتابو مسرکز جاری کرتا ہے۔ ہدایت اٹھانے اور اس پر عمل کرنے کے دوران کمپیوٹر مختلف وقتیہ حالت (T حال) سے گزرتا ہے، جس میں دفاتر کا مواد تبدیل ہوتا ہے۔ انہیں وقتیہ حال پر غور کریں۔

### چھلا گنت کار

اس کمپیوٹر میں چھلا گنت کار مستعمل ہے جو شکل ۱۲.۳ میں پیش ہے۔ مخلوط دور 74107 میں دو عدد دے کے پلٹ کار پائے جاتے ہیں لہذا تین مخلوط دور استعمال کیے گئے۔ اس مخلوط دور میں زبردستی پت کا مداحل موجود ہے، تاہم اس میں زبردستی بلند کا مداحل موجود نہیں۔ استعمال سے پہلا ایک مسرتب چھلا گنت کار

کو ابتدائی حال میں لانا ضروری ہے جس میں صرف ایک مخارج بلند ہو۔ زبردستی پست مداحل پلٹ کے مخارج پس کرتا ہے جبکہ ہمیں ایک مخارج بلند چاہیے۔ اسی لئے بائیں ترین پلٹ باقی سے مختلف طریقے سے استعمال کیا گیا ہے۔ پست حال میں اس کا  $\bar{Q}$  بلند ہوگا جو ساعت کے کنارہ اترائی پر اگلی پلٹ کو منتقل ہوگا۔

شکل ۱۲.۳- ب میں گنت کار کی ڈبہ شکل جبکہ شکل-د میں ساعت اور وقتیہ ترسیمات پیش ہیں۔ چھلا گنت کار کا مخارج درج ذیل ہے۔

$$T = T_6 T_5 T_4 T_3 T_2 T_1$$

کمپیوٹر کی دوڑ کے آغاز میں چھلا لفظ درج ذیل ہوگا۔

$$T = 000001$$

یک بعد دیگرے ساعت کی دھڑکن ذیل چھلا الفاظ پیدا کرتا ہے۔

$$T = 000010$$

$$T = 000100$$

$$T = 001000$$

$$T = 010000$$

$$T = 100000$$

اس کے بعد چھلا گنت کار 000001 پہنچتا ہے اور دوبارہ چکر کاٹنا شروع کرتا ہے۔ یہ عمل مسلسل چلتا ہے۔ ہر ایک چھلا لفظ ایک T پھیرا ظاہر کرتا ہے۔

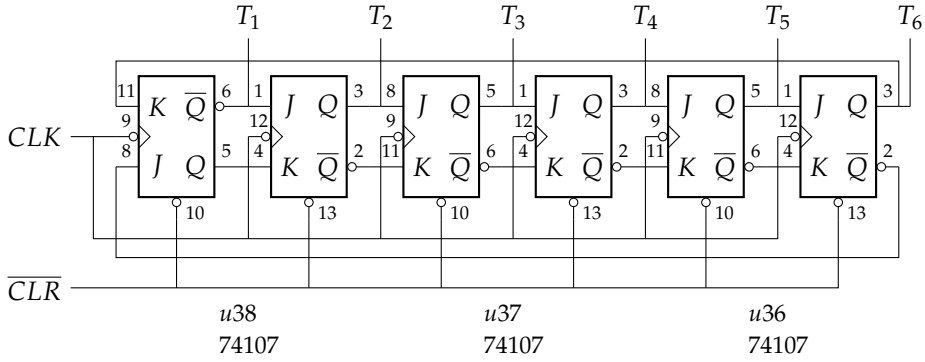
شکل-ج میں وقتیہ ترسیمات پیش ہیں۔ ابتدائی  $T_1$  حال کا آغاز ساعت کے پہلے کنارہ اترائی پر اور اختتام اگلے کنارہ اترائی پر ہوگا۔ اس T حال میں چھلا گنت کار کا  $T_1$  بٹ بلند رہے گا۔

اگلے حال میں  $T_2$  بلند ہوگا؛ اس سے اگلے میں  $T_3$ ؛ اس کے بعد  $T_4$ ؛ وغیرہ۔ جیسا آپ دیکھ سکتے ہیں چھلا گنت کار چھ T حال پیدا کرتا ہے۔ ان چھ T حال کے دوران (ہر) ایک ہدایت اٹھایا جاتا ہے اور اس پر عمل کیا جاتا ہے۔

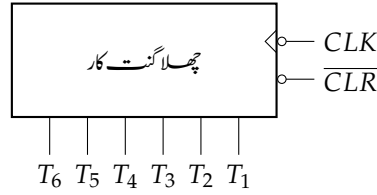
جیسا دکھایا گیا ہے، ساعت کا کنارہ چپڑھائی نصف T حال گزرنے کے بعد (یعنی وسط میں) آتا ہے۔ یہ ایک اہم حقیقت ہے جس پر جلد روشنی ڈالی جائے گی۔

## پست حال

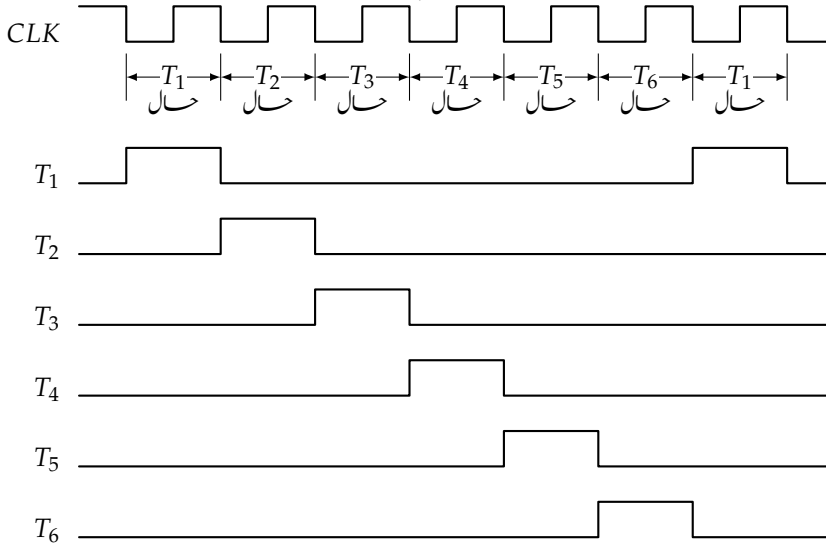
برنامہ گنت کار سے حافظہ کو پست  $T_1$  حال کے دوران منتقل ہوتا ہے، لہذا یہ پست حال کہلاتا ہے۔ شکل ۱۲.۴- الف میں کمپیوٹر کے وہ حصے گہری سیاہی سے احبا کر دیے گئے ہیں جو  $T_1$  حال کے دوران فعال ہیں (غیر فعال حصے ہلکی سیاہی میں دکھائے گئے ہیں؛ مزید، ڈبہ ادوار کے مختصر نام لکھ گئے ہیں)۔



(۱)



(ب)



(ج)

شکل ۱۲.۳: (۱) چھ لائنٹ کار، (ب) ڈبہ شکل، (ج) ساعت، اور وقت تیز تر سیات۔

پتہ حال کے دوران  $E_P$  اور  $\bar{L}_M$  فعال جبکہ باقی تمام بٹ غیر فعال ہوں گے۔ یوں اس حال کے دوران متابو و ترتیب کار درج ذیل متابولفظ خارج کرتا ہے۔

$$\begin{aligned} \text{متابولفظ} &= C_P E_P \bar{L}_M \bar{C} \bar{E} \quad \bar{L}_I \bar{E}_I \bar{L}_A E_A \quad S_U E_U \bar{L}_B \bar{L}_O \\ &= 0 \ 1 \ 0 \ 1 \quad 1 \ 1 \ 1 \ 0 \quad 0 \ 0 \ 1 \ 1 \end{aligned}$$

### بڑھوتری حال

شکل ۱۲.۴-ب میں کمپیوٹر کے وہ حصے اجاگر کیے گئے ہیں جو  $T_2$  حال کے دوران فعال ہیں۔ اس حال میں گنت کار کا شمار (گنتی) ایک قدم بڑھایا جاتا ہے لہذا اس کو بڑھوتری حال<sup>۳۲</sup> کہتے ہیں۔ بڑھوتری حال کے دوران متابو و ترتیب کار درج ذیل متابولفظ خارج کرتا ہے۔

$$\begin{aligned} \text{متابولفظ} &= C_P E_P \bar{L}_M \bar{C} \bar{E} \quad \bar{L}_I \bar{E}_I \bar{L}_A E_A \quad S_U E_U \bar{L}_B \bar{L}_O \\ &= 1 \ 0 \ 1 \ 1 \quad 1 \ 1 \ 1 \ 0 \quad 0 \ 0 \ 1 \ 1 \end{aligned}$$

جیسا آپ دیکھ سکتے ہیں  $C_P$  فعال ہوگا۔

### حافظہ حال

حافظہ سے ہدایت دفتر کو  $T_3$  حال کے دوران ہدایت منتقل کی جاتی ہے۔ یہ ہدایت منراہم کردہ پتہ کے معتام سے پڑھی جاتی ہے۔ اس حال کے دوران فعال حصے شکل ۱۲.۴-ج میں دکھائے گئے ہیں۔ اس حال میں صرف  $\bar{C} \bar{E}$  اور  $\bar{L}_I$  متابو بٹ فعال ہوں گے۔ اس حال کے دوران متابو و ترتیب کار درج ذیل متابولفظ خارج کرتا ہے۔

$$\begin{aligned} \text{متابولفظ} &= C_P E_P \bar{L}_M \bar{C} \bar{E} \quad \bar{L}_I \bar{E}_I \bar{L}_A E_A \quad S_U E_U \bar{L}_B \bar{L}_O \\ &= 0 \ 0 \ 1 \ 0 \quad 0 \ 1 \ 1 \ 0 \quad 0 \ 0 \ 1 \ 1 \end{aligned}$$

### بازیابی پھیرا

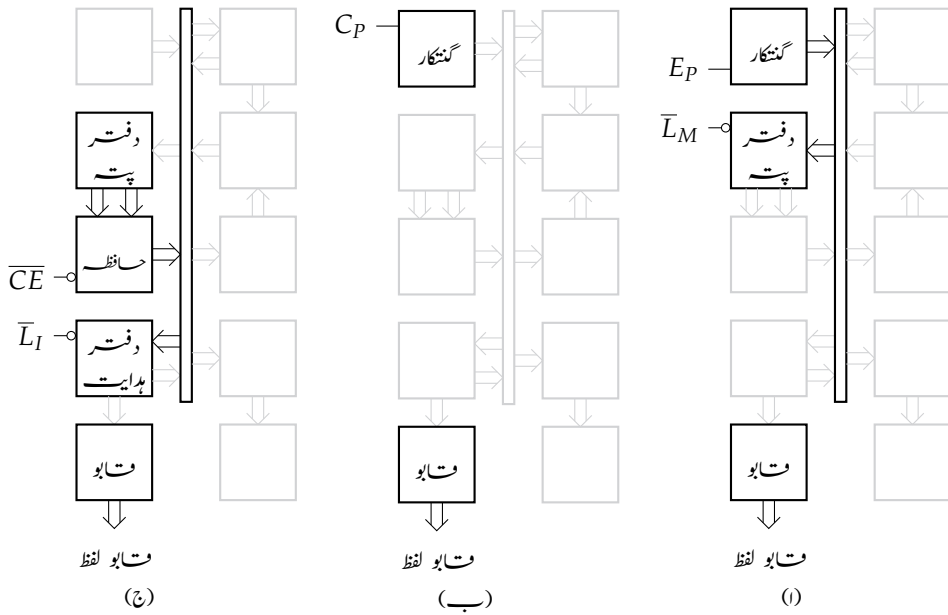
پتہ حال، بڑھوتری حال، اور حافظہ حال مل کر بازیابی پھیرا<sup>۳۳</sup> دیتے ہیں۔ پتہ حال کے دوران  $E_P$  اور  $\bar{L}_M$  فعال ہوں گے؛ یوں برنامه گنت کار  $W$  گزرگاہ کے ذریعہ دفتر پتہ کو تیار کرتا ہے۔ جیسا شکل ۱۲.۴-ج میں دکھایا گیا، ساعت کا مثبت کنارہ نصف پتہ حال گزرنے کے بعد (یعنی پتہ حال کے وسط میں) آتا ہے؛ اور یوں گنت کار کی معلومات دفتر پتہ میں درج کرتا ہے۔

بڑھوتری حال کے دوران صرف  $C_P$  متابو بٹ فعال ہوگا۔ یہ بٹ برنامه گنت کار کو ساعت کے مثبت کنارہ گنتی کی اجازت دیتا ہے۔ بڑھوتری حال کے وسط میں ساعت کا مثبت کنارہ آنے گا، جو برنامه گنت کار کی گنتی میں 1 کا اضافہ کرے گا۔

حافظہ حال کے دوران  $\bar{C} \bar{E}$  اور  $\bar{L}_I$  فعال ہوں گے۔ یوں، حافظہ کے معتام پتہ پر موجود لفظ کی رسائی،  $W$  گزرگاہ کے ذریعہ، دفتر ہدایت تک ہوگی۔ حافظہ حال کے وسط میں ساعت کا آنے والا مثبت کنارہ دفتر ہدایت میں یہ لفظ درج کرتا ہے۔

incrementstate<sup>۳۲</sup>  
fetchcycle<sup>۳۳</sup>





شکل ۱۲.۳: بازیابی پھیرا: (ا)  $T_1$  حال: (ب)  $T_2$  حال: (ج)  $T_3$  حال۔

## ۱۲.۵ تعمیلی پھیرا

اگلے تین حال ( $T_4$ ،  $T_5$ ، اور  $T_6$ ) کمپیوٹر کا تعمیل پھیرا<sup>۳۴</sup> کہلاتے ہیں۔ تعمیلی پھیرا کے دوران دفناتر میں معلومات کا انتقال اس ہدایت پر منحصر ہے جس کی تعمیل کی جا رہی ہو۔ مثلاً، ”نقل 9H“ کی تعمیل کے دوران دفناتر میں معلومات کا انتقال ”جمع BH“ کی تعمیل کے دوران دفناتر میں معلومات کے انتقال سے مختلف ہو گا۔ آئیں اب مختلف ہدایت کی تعمیل کے لئے ”تایو طریقہ کار“ پر غور کریں۔

## معمولہ نقل

اس گفتگو کو آگے بڑھانے کے لئے فرض کریں دفتر ہدایت میں نقل 9H بھرا گیا ہے۔

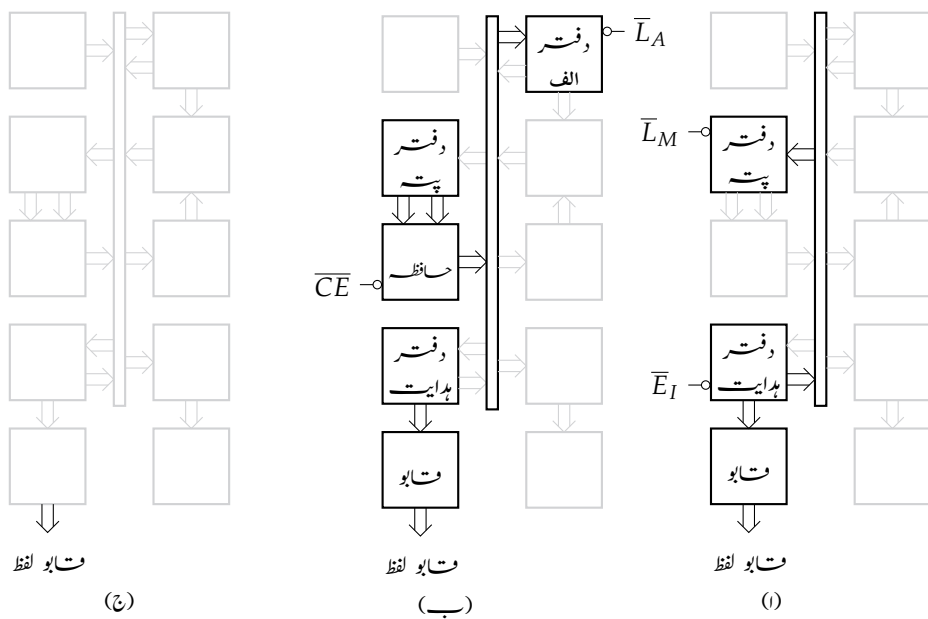
$$دفتر ہدایت = 0000\ 1001$$

حبز و ہدایت 0000 تباو ترتیب کار کو  $T_4$  حال کے دوران جاتا ہے، جہاں اس کی رمسز کشائی ہوگی؛ حبز و پتہ 1001 دفتر پتہ میں ڈالا جاتا ہے۔ شکل ۱۲.۵-الف میں  $T_4$  حال کے دوران فعال حصے احبا گر کیے گئے ہیں۔ جیسا آپ دیکھ سکتے ہیں،  $\bar{E}_I$  اور  $\bar{L}_M$  فعال ہیں، جبکہ باقی تمام تباوٹ غیر فعال ہیں۔

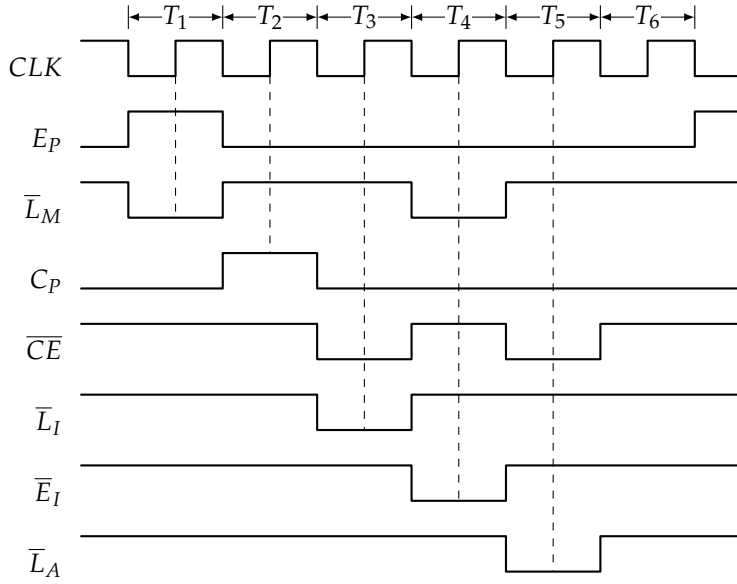
دوران  $T_5$  حال،  $\bar{C}\bar{E}$  اور  $\bar{L}_A$  پتہ ہوں گے۔ یوں ساعت کے اگلے کنارہ چپڑھائی پر حافظہ کے مقام پتہ سے مواد کا لفظ دفتر الف میں منتقل ہوگا (شکل ۱۲.۵-ب دیکھیں)۔

$T_6$  فارغ حال<sup>۳۵</sup> ہے۔ اس (تیسرے تعمیلی) حال کے دوران تمام دفناتر غیر فعال ہیں (شکل ۱۲.۵-ج دیکھیں)۔ یوں تباو و ترتیب کار ایسا تباو لفظ خارج کرتا ہے جس کے تمام بٹ غیر فعال ہوں گے۔ فارغ حال (بلا عمل حال) میں کام سرانجام نہیں ہوگا۔

شکل ۱۲.۶ میں بازاریانی اور نقل معمولہ کی وقتیہ ترسیات پیش ہیں۔  $T_1$  حال کے دوران  $E_P$  اور  $\bar{L}_M$  فعال ہیں؛ اس حال کے وسط میں ساعت کا آنے والا کنارہ چپڑھائی، دفتر پتہ میں برنامہ گنت کار سے پتہ منتقل کرتا ہے۔  $T_2$  حال کے دوران  $C_P$  فعال ہے لہذا ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر برنامہ گنت کار کی گنتی میں 1 کا اضافہ ہوگا۔  $T_3$  حال کے دوران  $\bar{C}\bar{E}$  اور  $\bar{L}_I$  فعال ہیں؛ ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر دفتر ہدایت میں، پتہ کی نشاندہی پر حافظہ کے مطلوبہ (نشان زد) مقام سے، لفظ بھرا جائے گا۔ ”نقل“ کی ہدایت پر عمل درآمد  $T_4$  حال سے شروع ہوگی، جہاں  $\bar{L}_M$  اور  $\bar{E}_I$  فعال ہیں؛ دفتر ہدایت میں موجود حبز و پتہ، ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر، دفتر پتہ میں منتقل ہوگا۔  $T_5$  حال کے دوران  $\bar{C}\bar{E}$  اور  $\bar{L}_A$  فعال ہیں؛ دفتر الف میں، ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر، حافظہ کے مطلوبہ مقام سے مواد کا لفظ بھرا جائے گا۔ ”نقل“ ہدایت میں  $T_6$  حال کچھ نہیں کرتا۔ ہم کہتے ہیں یہ فارغ حال ہے۔



شکل ۱۲.۵: معموله نقل (ا)  $T_4$  حال؛ (ب)  $T_5$  حال؛ (ج)  $T_6$  حال.



شکل ۱۲.۶: بازیابی اور نقل کی وقت ترسیات۔

### معمولہ جمع

فرض کریں بازیابی پھیرا کے اختتام پر دفتر ہدایت میں ”جمع BH“ پایا جاتا ہے۔

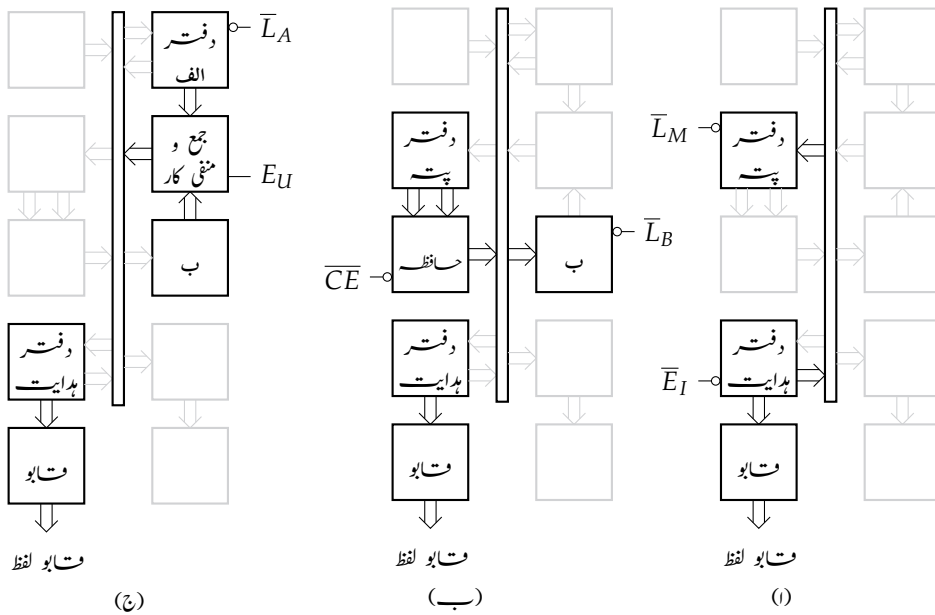
0001 1011 دفتر ہدایت

دوران  $T_4$  حال متابو و ترتیب کار کو حبزو ہدایت اور دفتر پتہ کو حبزو پتہ بجائے گا (شکل ۱۲.۷-الف دیکھیں)۔ اس حال کے دوران  $\bar{E}_I$  اور  $\bar{L}_M$  فعال ہوں گے۔

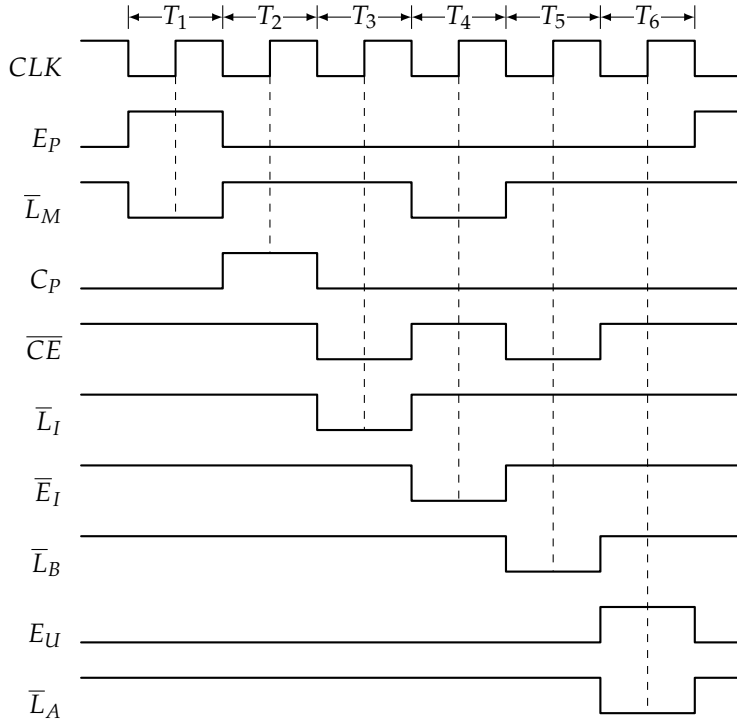
$T_5$  حال کے دوران متابو پتہ  $\bar{C}_E$  اور  $\bar{L}_B$  فعال ہوں گے۔ یوں پتہ کی نشاندہی کے مقام پر لفظ حافظہ سے دفتر ب میں لکھا جاسکتا ہے (شکل ۱۲.۷-ب)۔ ہمیشہ کی طرح، اس حال کے وسط میں آنے والے ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر مواد دفتر ب میں منتقل ہوگا۔

$T_6$  حال کے دوران،  $E_U$  اور  $\bar{L}_A$  فعال ہوں گے؛ لہذا دفتر الف تک جمع و منفی کار کا محارج پہنچے گا (شکل ۱۲.۷-ج)۔ اس حال کے وسط میں جمع و منفی کار کا محارج دفتر الف منتقل ہوگا۔

اتفاق سے، دورانیہ تیاری اور دورانیہ رد عمل کی بدولت دفتر الف حالت دوڑ سے دوچار نہیں ہوتا۔ شکل 10.6c میں ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر دفتر الف کا مواد تبدیل ہوگا، جس کی وجہ سے جمع و منفی کار کا محارج تبدیل ہوگا۔ یہ نیا مواد دفتر الف کے مدخل تک پہنچتا ہے، تاہم یہ مواد ساعت کے کنارہ چپڑھائی کے دو تاخیر بعد یوں پہنچے گا (ب، پہلی تاخیر دفتر الف اور دوسری تاخیر جمع و منفی کار کی بدولت ہوگی)۔ اس وقت تک دفتر



شکل ۱۲.۷: معموله جمع و منفی (ا)  $T_4$  حال: (ب)  $T_5$  حال: (ج)  $T_6$  حال.

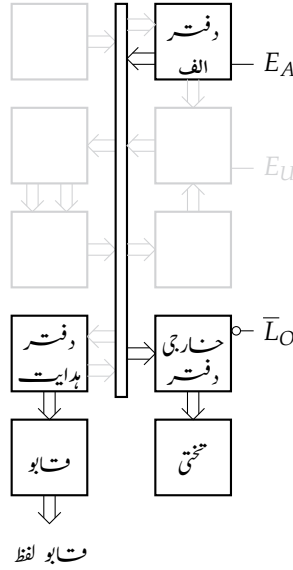


شکل ۱۲.۸: بازپائی اور جمع وقتیه ترسیات۔

الف میں مواد لکھنے کا لمحہ گزر چکا ہوگا۔ یوں دفتر الف حالت دوڑ (جس میں ساعت کے ایک ہی کنارے پر ایک سے زیادہ مرتبہ مواد بھرا جاتا ہو) سے دوچار نہیں ہوگا۔

شکل ۱۲.۸ میں بازپائی اور ”معمولہ جمع“ کی وقتیه ترسیات پیش ہیں۔ معمولہ بازپائی ہمیشہ کی طرح  $T_1$  حال میں دفتر پتہ میں برنامہ گنت کار کا مواد منتقل کرتا ہے؛  $T_2$  حال میں گنت کار کی گنتی میں ایک کا اضافہ کیا جاتا ہے؛  $T_3$  حال میں دفتر ہدایت کو، پتہ کی نشاندہی پر، حافظہ سے ہدایت منتقل کی جاتی ہے۔

$T_4$  حال کے دوران،  $\bar{E}_I$  اور  $\bar{L}_M$  فعال ہوں گے؛ ساعت کے اگلے کنارہ چپڑھائی پر، دفتر پتہ کو دفتر ہدایت سے جزو پتہ منتقل ہوگا۔  $T_5$  حال کے دوران،  $\overline{CE}$  اور  $\bar{L}_B$  فعال ہوں گے؛ لہذا ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر دفتر پتہ میں پتہ کی نشاندہی پر حافظہ سے لفظ منتقل ہوگا۔  $T_6$  حال کے دوران،  $E_U$  اور  $\bar{L}_A$  فعال ہوں گے؛ دفتر الف میں، ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر، جمع و منفی کار کا حاصل نتیجہ منتقل ہوگا۔



شکل ۱۲.۹: برآمد کی ہدایت کے دوران  $T_4$  حال۔

#### معمولہ منفی

معمولہ منفی اور معمولہ جمع ملتے جلتے ہیں۔ شکل ۱۲.۷-الف اور ب میں معمولہ منفی کے لئے  $T_4$  اور  $T_5$  حال کے دوران فعال ہے دکھائے گئے ہیں۔  $T_6$  حال کے دوران شکل ۱۲.۷-ج کے جمع و منفی کار کو بلند  $S_U$  (جو شکل میں نہیں دکھایا گیا) بھیجا جاتا ہے۔ وقت پر ترسیم شکل ۱۲.۸ سے تقریباً مکمل مشابہت رکھتی ہے۔  $T_1$  تا  $T_5$  حال کے دوران پست  $S_U$  اور  $T_6$  حال کے دوران بلند  $S_U$  تصور کریں۔

#### معمولہ برآمد

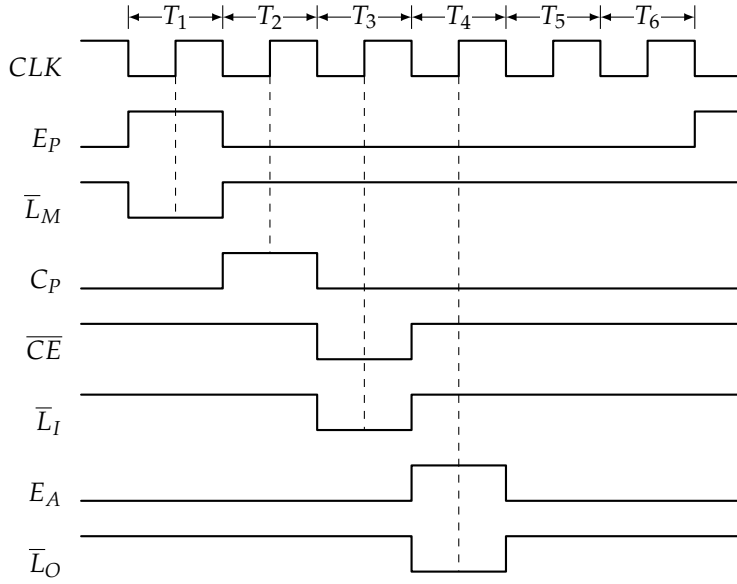
معرض کریں بازیابی پھیرا کے آخر میں دفتر ہدایت میں برآمد کی ہدایت موجود ہو۔ یوں درج ذیل ہوگا۔

$$1110xxxx = \text{دفتر ہدایت}$$

فتابو و ترتیب کار کو رمز کشائی کے لئے جزو ہدایت بھیجا جاتا ہے۔ رمز کشائی کے بعد فتابو و ترتیب کار خارجی دفتر میں دفتر الف کا مواد منتقل کرنے کے لئے فتابو لفظ جاری کرتا ہے۔

برآمد کی ہدایت کے دوران فعال ہے شکل ۱۲.۹ میں پیش ہیں۔ چونکہ  $E_A$  اور  $\bar{L}_O$  فعال ہیں، لہذا ساعت کے اگلے کنارہ چپڑھائی پر دفتر الف کی معلومات خارجی دفتر میں،  $T_4$  حال کے دوران، منتقل ہوگی۔  $T_5$  اور  $T_6$  حال نارغ ہیں۔

شکل ۱۲.۱۰ میں بازیابی اور برآمد وقت پر ترسیمات پیش ہیں۔ بازیابی حال ہمیشہ کی طرح پست حال، بڑھوتری حال،



شکل ۱۲.۱۰: بازیابی اور ہرآمد وقت ترسیات۔

اور حافظہ حال پر مشتمل ہو گا۔  $T_4$  حال کے دوران،  $E_A$  اور  $\bar{L}_O$  فعال ہوں گے؛ لہذا ساعت کے اگلے کنارہ چڑھائی پر دفتر الف کی معلومات خارجی دفتر کو منتقل ہو گی۔

ری

ری کی ہدایت پر عمل درآمد کے دوران کسی دفتر کی ضرورت پیش نہیں آتی، لہذا اس کے لئے معمولی رفتار پر کار نہیں ہو گا۔ جب دفتر ہدایت میں درج ذیل موجود ہو

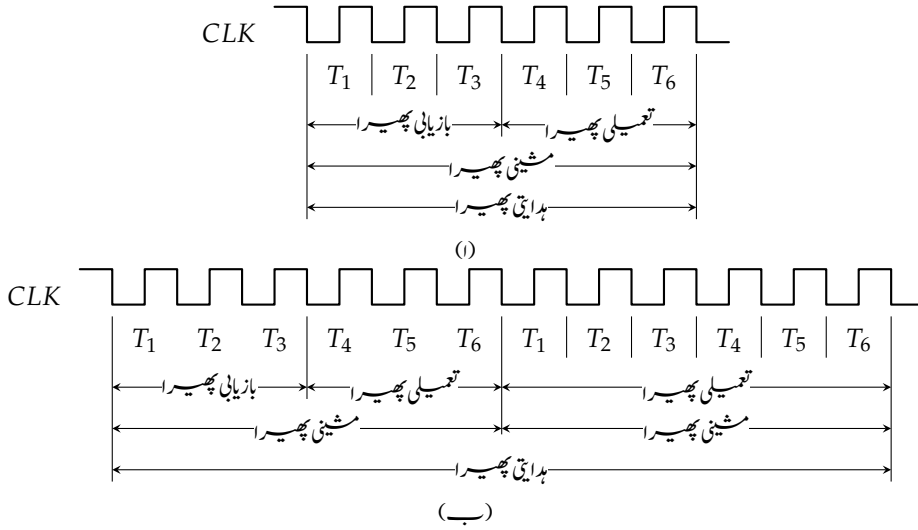
$$1111xxxx = \text{دفتر ہدایت}$$

حزب ہدایت 1111 رفتار پر ترتیب کار کو مواد پر عمل نہ کرنے کا اشارہ کرتا ہے۔ رفتار پر ترتیب کار ساعت (جس کے دور پر کچھ دیر میں غور کیا جائے گا) روک کر کمپیوٹر کو مزید کام کرنے سے روک لیتا ہے۔

مشینی پھیرا اور ہدایتی پھیرا

کمپیوٹر الف کے چھ  $T$  حال ہیں، جن میں سے تین بازیابی اور تین تعمیلی ہیں۔ ان چھ حال کو **مشینی پھیرا** <sup>۳۶</sup> کہتے ہیں (شکل ۱۲.۱۱-الف دیکھیں)۔ ایک مشینی پھیرے میں ایک ہدایت کی بازیابی اور تعمیلی کی جاتی ہے۔ کمپیوٹر الف کی ساعت کا تردد 1 kHz ہے، لہذا اس کا دوری عرصہ 1 ms ہو گا۔ یوں ہر مشینی پھیرا 6 ms لے گا۔





شکل ۱۲.۱۱: (ا) ہدایتی پھیرا؛ (ب) دو مشینی پھیروں پر مبسب ہدایتی پھیرا۔

کئی کمپیوٹر میں ہدایت کی بازیابی اور تعیل کرنا ایک سے زائد مشینی پھیروں میں ممکن ہوگا۔ شکل ۱۲.۱۱-ب میں دو مشینی پھیروں کی ہدایت کا وقت ترسیم پیش ہے۔ اولین تین  $T$  حال بازیابی پھیرا دیتے ہیں؛ تاہم تعیلی پھیرے کو اگلے نو  $T$  حال درکار ہیں۔ دو مشینی پھیرے کی ہدایت زیادہ پیچیدہ ہوگی جس کی تعیل کے لئے اضافی  $T$  حال درکار ہوں گے۔

ایک ہدایت کی بازیابی اور تعیل کے لئے درکار  $T$  حال کو ہدایتی پھیرا کہتے ہیں۔ کمپیوٹر الف میں ہدایتی پھیرا اور مشینی پھیرا ایک برابر ہیں، جبکہ شکل ۱۲.۱۱-ب میں ہدایتی پھیرا دو مشینی پھیروں کے برابر ہے۔

8080 اور 8085 کے ہدایتی پھیرے ایک سے پانچ مشینی پھیروں کے برابر ہو سکتے ہیں۔

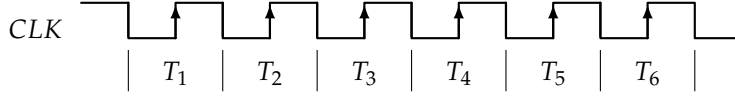
مثال ۱۲.۵: 8080/8085 کا معلوماتی کتابچہ کہتا ہے ”نقل“ کی ہدایت کی بازیابی اور تعیل کے لئے تیرہ  $T$  حال درکار ہوں گے۔ اگر کمپیوٹر کی ساعت کا تعدد 2.5 MHz ہو، اس ہدایت کو کتنی وقت درکار ہوگا؟

حل: ساعت کا دوری عرصہ درج ذیل ہوگا۔

$$T = \frac{1}{2.5 \text{ MHz}} = 400 \text{ ns}$$

چونکہ ہر ایک  $T$  حال کو 400 ns درکار ہیں اور ”نقل“ کی ہدایت کی بازیابی اور تعیل تیرہ  $T$  حال میں ممکن ہے لہذا اس ہدایت کو درج ذیل وقت درکار ہوگا۔

$$13 \times 400 \text{ ns} = 5.2 \mu\text{s}$$



شکل ۱۲.۱۲: ساعت کا کنارہ چٹھائی T حال کے وسط میں پایا جاتا ہے۔

□

مثال ۱۲.۶: شکل ۱۲.۱۲ میں کمپیوٹر الف کے چھ T حال دکھائے گئے ہیں۔ ساعت کا (تیسر دار) کنارہ چٹھائی نصف حال گزر کر آتا ہے۔ ایسا کیوں ہے؟

حل: جدید کمپیوٹر کی طرح اس کمپیوٹر میں مواد کا تبادلہ بذریعہ W گزرگاہ ہوتا ہے۔ تاہم دفتر کی بغیر مسئلہ بھرائی اس صورت ممکن ہوگی جب دورانیہ تیاری اور دورانیہ ٹھیراؤ مطمئن ہوں۔ نصف دوری عرصہ انتظار کر کے دفتر میں بھرائی، دورانیہ تیاری کو مطمئن کرتا ہے؛ بھرائی کے بعد نصف دوری عرصہ کا انتظار، دورانیہ ٹھیراؤ کو مطمئن کرتا ہے۔ اسی لئے ساعت کا کنارہ چٹھائی T حال کے عین وسط میں رکھا جاتا ہے (شکل ۱۲.۱۲)۔

نصف دوری عرصہ انتظار کرنے کی دوسری وجہ بھی ہے۔ مواد ترسیل کرنے والے دفتر کا ”محبز“ اشارہ فعال کرنے سے W گزرگاہ پر مواد ایک دم ڈلتا ہے۔ غیر مطلوبہ برقی گنجائش اور تاروں کے امالہ کی بدولت گزرگاہ تاروں میں برقی دباؤ کی درست سطح کے حصول میں وقت درکار ہوتا ہے۔ دوسرے لفظوں میں W گزرگاہ پر عبوری حال پیدا ہوگا؛ بوقت بھرائی درست مواد یقینی بنانے کے لئے ضروری ہے کہ اعبوری حال کے اختتام کا انتظار کیا جائے۔ □

## ۱۲.۶ خبردرنامہ

ہم جلد کمپیوٹر الف کے نقشہ پر غور کریں گے، لیکن اس سے قبل بہتر ہوگا ہم اس کی ہدایت کی تعمیل کو ایک جدول میں، جسے خود پرنامہ<sup>۳۸</sup> کہتے ہیں، یکجا کریں۔

### خبردہدایات

ہر ایک T حال کے دوران ورتو ترتیب کار ایک ورتو لفظ خارج کرتا ہے۔ یہ لفظ کمپیوٹر کے باقی حصوں کو بتاتا ہے کہ ان نے کیا کام سرانجام دینا ہے۔ چونکہ یہ لفظ مواد پر عمل کا ایک چھوٹا قدم پیدا کرتا ہے لہذا یہ خود ہدایتی<sup>۳۹</sup> کہلاتا ہے۔ شکل ۱۲.۱ کو دیکھتے ہوئے ورتو ورتو ترتیب کار سے باقی ادوار کو مسلسل خبردہدایات جاری ہونا ہم تصور کر سکتے ہیں۔

جدول ۱۲.۳: نقل ہدایت تین خرد ہدایات پر مشتمل ہے۔

کلاں	حال	$S_U E_U \bar{L}_B \bar{L}_O$	$\bar{L}_I \bar{E}_I \bar{L}_A E_A$	$C_P E_P \bar{L}_M \bar{C}\bar{E}$	فعال
نقل	$T_4$	0 0 1 1	1 0 1 0	0 0 0 1	$\bar{L}_M, \bar{E}_I$
	$T_5$	0 0 1 1	0 0 0 0	0 0 1 0	$\bar{C}\bar{E}, \bar{L}_A$
	$T_6$	0 0 1 1	0 0 1 0	0 0 1 1	کوئی نہیں

جدول ۱۲.۵: کمپیوٹر الف کا خرد برنامہ

کلاں	حال	متا بولفظ	فعال
نقل	$T_4$	1A3H	$\bar{L}_M, \bar{E}_I$
	$T_5$	2C3H	$\bar{C}\bar{E}, \bar{L}_A$
	$T_6$	3E3H	کوئی نہیں
جمع	$T_4$	1A3H	$\bar{L}_M, \bar{E}_I$
	$T_5$	2E1H	$\bar{C}\bar{E}, \bar{L}_B$
	$T_6$	3C7H	$\bar{L}_A, E_U$
منفی	$T_4$	1A3H	$\bar{L}_M, \bar{E}_I$
	$T_5$	2E1H	$\bar{C}\bar{E}, \bar{L}_B$
	$T_6$	3CFH	$\bar{L}_A, S_U, E_U$
برآمد	$T_4$	3F2H	$E_A, \bar{L}_O$
	$T_5$	3E3H	کوئی نہیں
	$T_6$	3E3H	کوئی نہیں

جدول ۱۲.۴: نقل ہدایت کی سادس عشری خرد ہدایات۔

کلاں	حال	متا بولفظ	فعال
نقل	$T_4$	1A3H	$\bar{L}_M, \bar{E}_I$
	$T_5$	2C3H	$\bar{C}\bar{E}, \bar{L}_A$
	$T_6$	3E3H	کوئی نہیں

### کلاں ہدایات

برنامے کی ہدایت (نقل، جمع، منفی، وغیرہ) کو بعض اوقات **کلاں ہدایات** کہتے ہیں تاکہ ان میں اور خرد ہدایات میں تمیز ہو۔ کمپیوٹر الف کی ہر ایک کلاں ہدایت تین خرد ہدایات پر مشتمل ہے۔ مثلاً، نقل کی کلاں ہدایت جدول ۱۲.۳ میں پیش تین خرد ہدایات پر مشتمل ہے۔ آسان بنانے کی غرض سے ہم خرد ہدایات کو سادس عشری میں لکھتے ہیں (جدول ۱۲.۴ دیکھیں)۔

جدول ۱۲.۵ میں کمپیوٹر الف کا خرد برنامہ پیش ہے، جس میں ہر کلاں ہدایت اور اس کی تعمیل کے لئے درکار خرد ہدایات دیے گئے ہیں۔ یہ جدول کمپیوٹر الف کے معمولہ تعمیل کا خلاصہ ہے۔ زیادہ خرد ہدایات کے لئے بھی ایسا جدول لکھا جاسکتا ہے۔

## ۱۲.۷ کمپیوٹر الف کائنات

اس حصے میں کمپیوٹر الف کے مکمل نقشہ پر غور کیا جائے گا۔ شکل ۱۲.۱۳ تا شکل ۱۲.۱۹ میں تمام مخلوط ادوار، برقی تاریں، اور اشارات دکھائے گئے ہیں۔ آگے پڑھتے ہوئے ان اشکال سے رجوع کریں۔ جہاں ضرورت ہو، مستعمل مخلوط ادوار کی معلومات انٹرنیٹ سے حاصل کریں۔

## برنامہ گنت کار

شکل ۱۲.۱۳ میں مخلوط ادوار  $u1$ ،  $u2$ ، اور  $u3$  ”برنامہ گنت کار“ دیتے ہیں۔ مخلوط دور  $u1$  جو 74LS107 ہے، دوہرا بے کے پلٹ کار ہے، جو پتے کے زیریں دوہٹ  $A_0$  اور  $A_1$  دیتا ہے۔  $u2$  دوسرا 74LS107 ہے جو پتے کے بالاہٹ  $A_2$  اور  $A_3$  دیتا ہے۔  $u3$  (74LS126) سے حال چو مستحکم کار ہے جو برنامہ گنت کار کے ہٹ  $A_0$  تا  $A_3$  کو  $W$  گزر گاہ پر ضرورت کے وقت ڈالنے کی صلاحیت دیتا ہے۔

کمپیوٹر کی دوڑ سے قبل، پست  $\overline{CLR}$  برنامہ گنت کار کو زبردستی پست (0000) کرتا ہے۔  $T_1$  حال کے دوران بلند  $E_p$  پتے کو  $W$  گزر گاہ پر ڈالتا ہے۔  $T_2$  کے دوران برنامہ گنت کار کو بلند  $C_p$  مہیا کیا جاتا ہے؛ نصف حال گزر کر  $\overline{CLK}$  کا کنارہ اترائی (جو  $CLK$  کے کنارہ چپڑھائی کے مترادف ہے) برنامہ گنت کار کی گنتی میں 1 کا اضافہ کرتا ہے۔

$T_3$  تا  $T_6$  حال کے دوران برنامہ گنت کار غیر فعال ہوگا۔

شکل ۱۲.۱۳ میں  $u1$  کے پتہ 12 کو  $\overline{CLK}$  کا اشارہ منراہم کیا گیا ہے جو درحقیقت شکل ۱۲.۱۷ میں  $u27$  کے پتہ 6 سے آتا ہے۔ صفائی کی خاطر، نقشہ جات میں لمبی تاروں کو کھینچ کر دکھانے سے گریز کیا جاتا ہے۔ ایسی تار کے دونوں سروں کو ایک نام دے کر جوڑنا ہر کیا جاتا ہے۔ یوں شکل ۱۲.۱۳ میں  $u1$  کے پتہ 12 اور شکل ۱۲.۱۷ میں  $u27$  کے پتہ 6 کو ایک نام ( $CLK$ ) دے کر انہیں آپس میں جبرٹا ہر کیا گیا ہے۔

## دفتربت

مخلوط دور  $u4$  (74LS173) چارہٹ سے حال مستحکم کار ہے، جو بطور ”دفتربت“ کردار ادا کرتا ہے۔ دھیان رہے، پتہ 1 اور 2 برقی زمین سے جڑے ہیں، جس کی بدولت  $u4$  سے حال کی بجائے دو حال ہوگا۔ دوسرے لفظوں میں، چونکہ یہ گزر گاہ سے نہیں جبرٹا ہذا اس کی سے حال صلاحیت درکار نہیں۔

## دو تا ایک داخلی منتخب کار

مخلوط دور  $u5$  (74LS157) 2 تا 1 ریزہ ”داخلی منتخب کار“ ہے۔ بایاں ریزہ (پتے 2، 5، 11، اور 14) پتہ چو سوچ  $S_1$  سے آتا ہے جو  $AA_0$  تا  $AA_3$  ہٹ دستی مہیا کرتا ہے۔  $S_1$  درحقیقت چار سوچوں کو ظاہر کرتا ہے جن کے بازو انفسرا دی کھڑے یا بھٹائے جاسکتا ہے۔ (یاد رہے 74LSxxxx سلسلہ کے مخلوط ادوار کا داخلی پتہ برقی زمین سے جوڑ کر پتے پر 0 منراہم ہوگا، جبکہ آزاد (منقطع) پتے پر 1 ہوگا۔)  $S_1$  کا بازو بھٹانے سے  $u5$  کے مطابقتی پتہ کو 0 جبکہ کھڑا کرنے سے 1 مہیا کیا جاتا ہے۔ دایاں ریزہ (پتے 13، 10، 6، اور 3) دفتربت ( $u4$ ) سے آتا ہے۔ داخلی منتخب کار  $u5$  کے محنا رت تک پتے والے ریزے کا فیصلہ سوچ  $S_{2a}$  کرتا ہے۔ جب  $S_{2a}$  ”برنامہ لکھ“ پیچھا کر ہو (جو  $u5$  کا پتہ 1 پست کرے گا) تب  $S_1$  کا دستی پتہ  $u5$  کے محنا رت ( $a_3a_2a_1a_0$ ) متفیل ہوگا، اور جب  $S_{2a}$  ”دوڑ“ پیچھا کر ہو

(یعنی جب پینا 1 بلند) ہو تب دفتر پتہ  $u4$  کا مواد (پتہ)  $u5$  کے مختارج مقتتل ہوگا۔ دھیان رہے،  $S_{2a}$  کی ”دور“ بیٹھک پر کوئی برقی تار نسب نہیں، لہذا یہ نقطہ کہیں نہیں حبڑا۔ سوچ  $S_2$  کے دو بازو، جنہیں  $S_{2a}$  اور  $S_{2b}$  کہا گیا ہے، ایک ساتھ کھڑا ہوں گے یا بیٹھیں گے، ان کو انفرادی کھڑا کرنا یا بیٹھانا ممکن نہیں۔

### 8 × 16 عارضی حافظہ

$u6$  اور  $u7$  مخلوط دور  $74LS219$  ہیں۔ مخلوط دور  $4 \times 16$  عارضی حافظہ ہے۔  $u6$  اور  $u7$  مل کر  $8 \times 16$  ”عارضی حافظہ“ دیتے ہیں۔ سوچ  $S_3$  (جو آٹھ سوچوں کو ظاہر کرتا ہے) آٹھ بٹ مواد ( $D_0$  تا  $D_7$ ) منراہم کرتا ہے۔ اس کے آٹھ بازوؤں کو انفرادی کھڑا یا بیٹھایا جاسکتا ہے۔ داب بتام  $S_4$  (جو آزاد حالت میں ”پڑھ“ بیٹھک پر ہوگا) پڑھ/لکھ اشارہ منراہم کرتا ہے۔ حافظہ کی برنامہ نویسی  $S_{2b}$  (اور  $S_{2a}$ ) ”برنامہ لکھ“ پر رکھ کر ہوگی۔  $S_{2b}$  کو ”برنامہ لکھ“ بیٹھک پر بیٹھ کر، نیا 2 پست کر کے، درست دستی پتہ پٹ ( $AA_0$  تا  $AA_3$ ) اور دستی مواد بٹ ( $D_0$  تا  $D_3$ ) رکھ کر  $S_4$  ایک لمحے کے لئے دبا کر لکھ (پینا 3) لمحاتی پست کرتے ہوئے حافظہ میں مطلوب پتہ ( $a_3a_2a_1a_0$ ) پر مواد لکھا جاتا ہے۔

یاد رہے برنامہ نویسی کے دوران  $S_2$  (یعنی  $S_{2a}$  اور  $S_{2b}$ ) کے بازو ”برنامہ لکھ“ بیٹھک پر ہوں گے جس کی بدولت  $AA_0$  تا  $AA_3$  دستی پتہ اور  $D_0$  تا  $D_7$  دستی مواد حافظہ کو منراہم ہوگا۔

حافظہ میں برنامہ اور مواد لکھنے کے بعد  $S_2$  کو ”دور بیٹھک“ پر رکھ کر کمپیوٹر کو چپلنے کے لئے تیار کیا جاتا ہے۔

### دفتر ہدایت

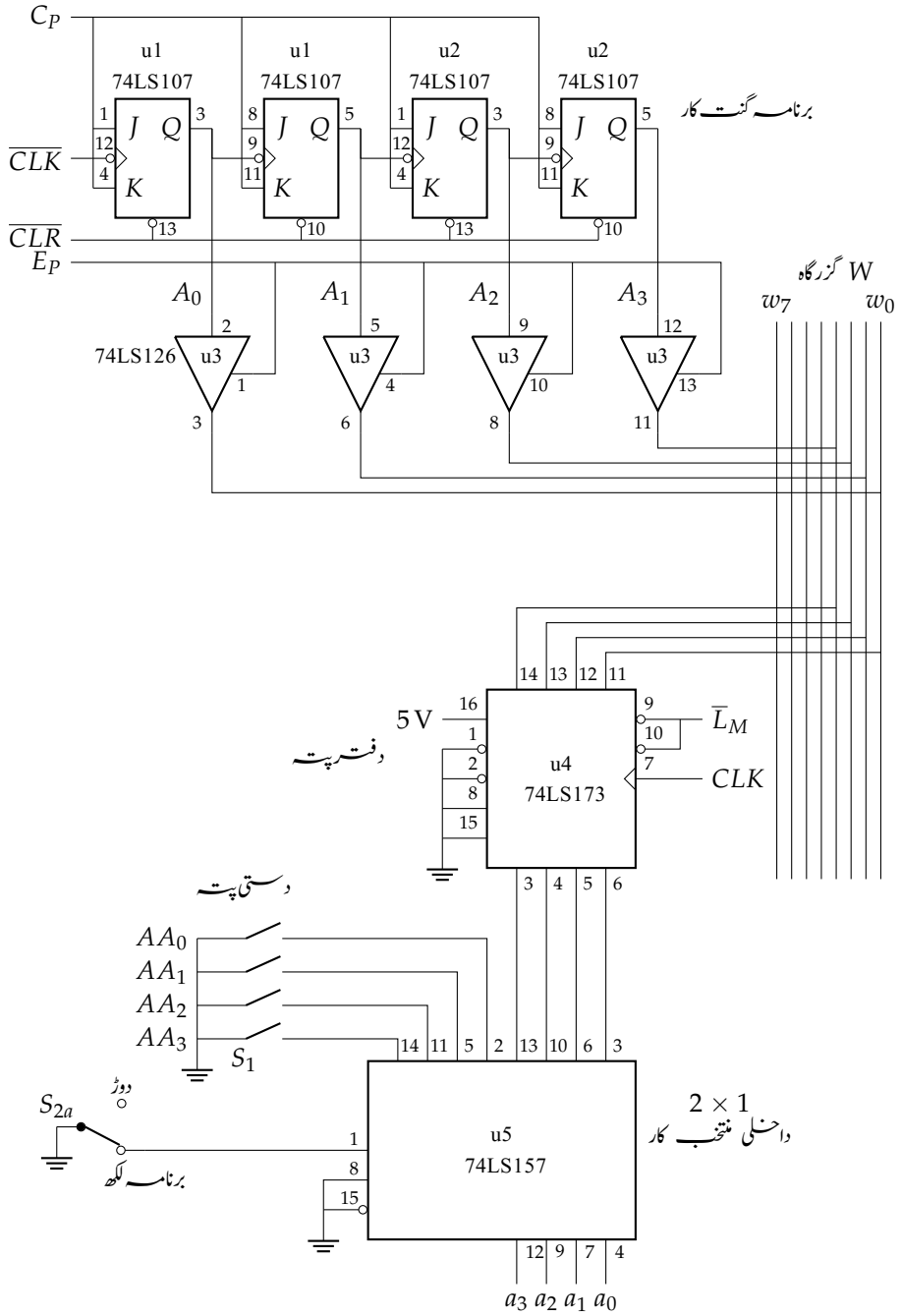
$u8$  اور  $u9$  مخلوط دور  $74LS173$  ہیں۔ ایک مخلوط دور میں سے حال 4 بٹ مستحکم کار دفن تپائے جاتے ہیں۔ یہ دو مخلوط ادوار مل کر 8 بٹ ”دفتر ہدایت“ دیتے ہیں۔  $u8$  کے 1 اور 2 پنیے زمین سے جوڑ کر مخلوط دور کا مختارج  $I_7I_6I_5I_4$  دو حال بنایا گیا ہے۔ یہ ریزہ فتابو ترتیب کار کے ”ہدایت رمز کشا“ کو جاتا ہے۔ دفتر ہدایت کے زیریں ریزہ کو، جو  $u9$  کا مختارج ہے،  $\bar{E}_I$  اشارہ فتابو کرتا ہے۔ پست  $\bar{E}_I$  اس ریزہ کو  $W$  گزر گاہ پر ڈالتا ہے۔

### دفتر الف

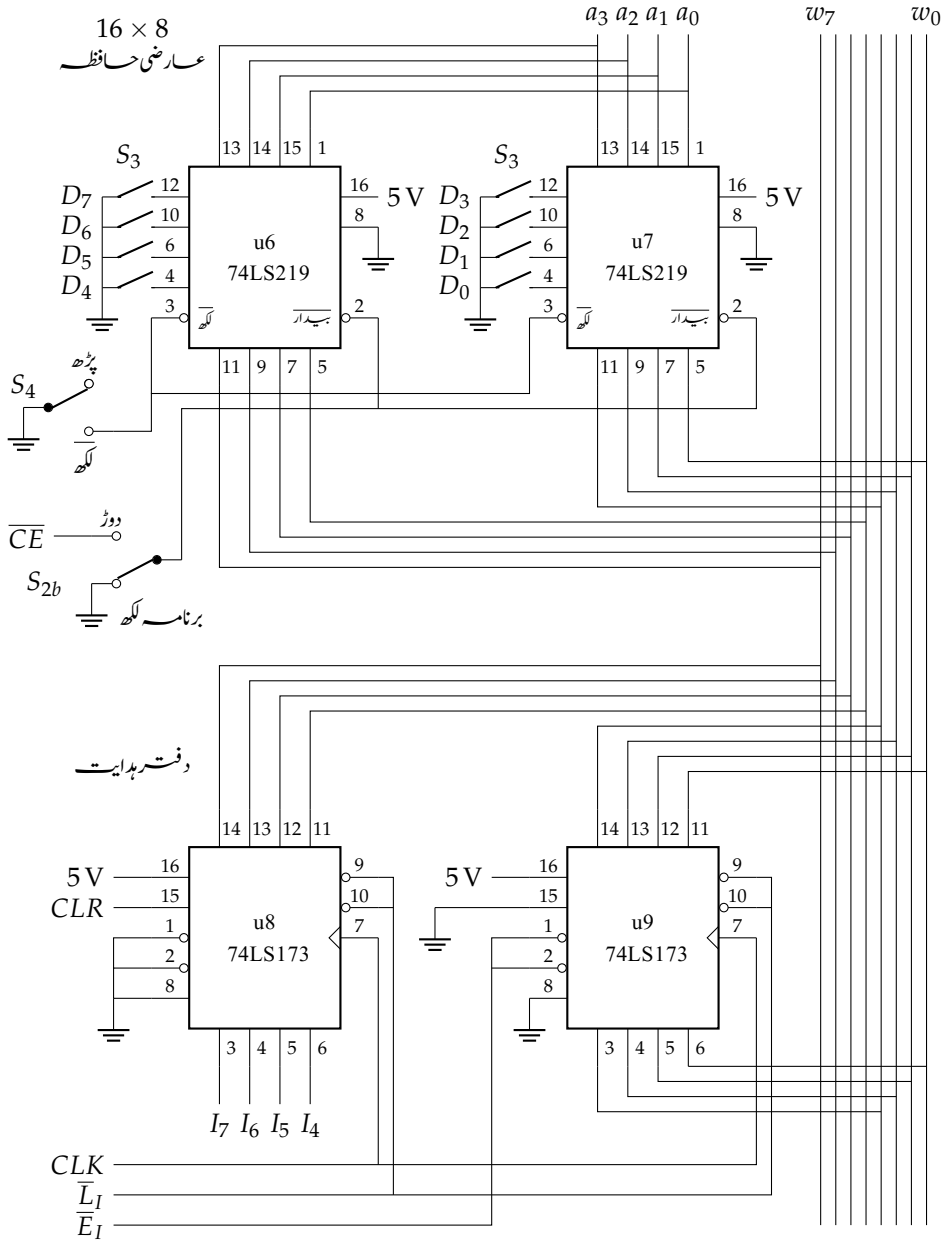
مخلوط ادوار  $u10$  اور  $u11$ ، جو  $74LS173$  ہیں، ”دفتر الف“ دیتے ہیں (شکل ۱۲.۱۵ دیکھیں)۔ دونوں مخلوط دور کے 1 اور 2 پنیے زمین سے جوڑ کر مختارج دو حال بنایا گیا ہے۔ دو حال مختارج جمع و منفی کار کو منراہم کیا گیا ہے۔  $u12$  اور  $u13$  مخلوط دور ( $74LS126$ ) سے حال سوچ ہیں جو بلند  $E_A$  کی صورت میں دفتر الف کا مختارج  $W$  گزر گاہ پر ڈالتے ہیں۔

### جمع و منفی کار

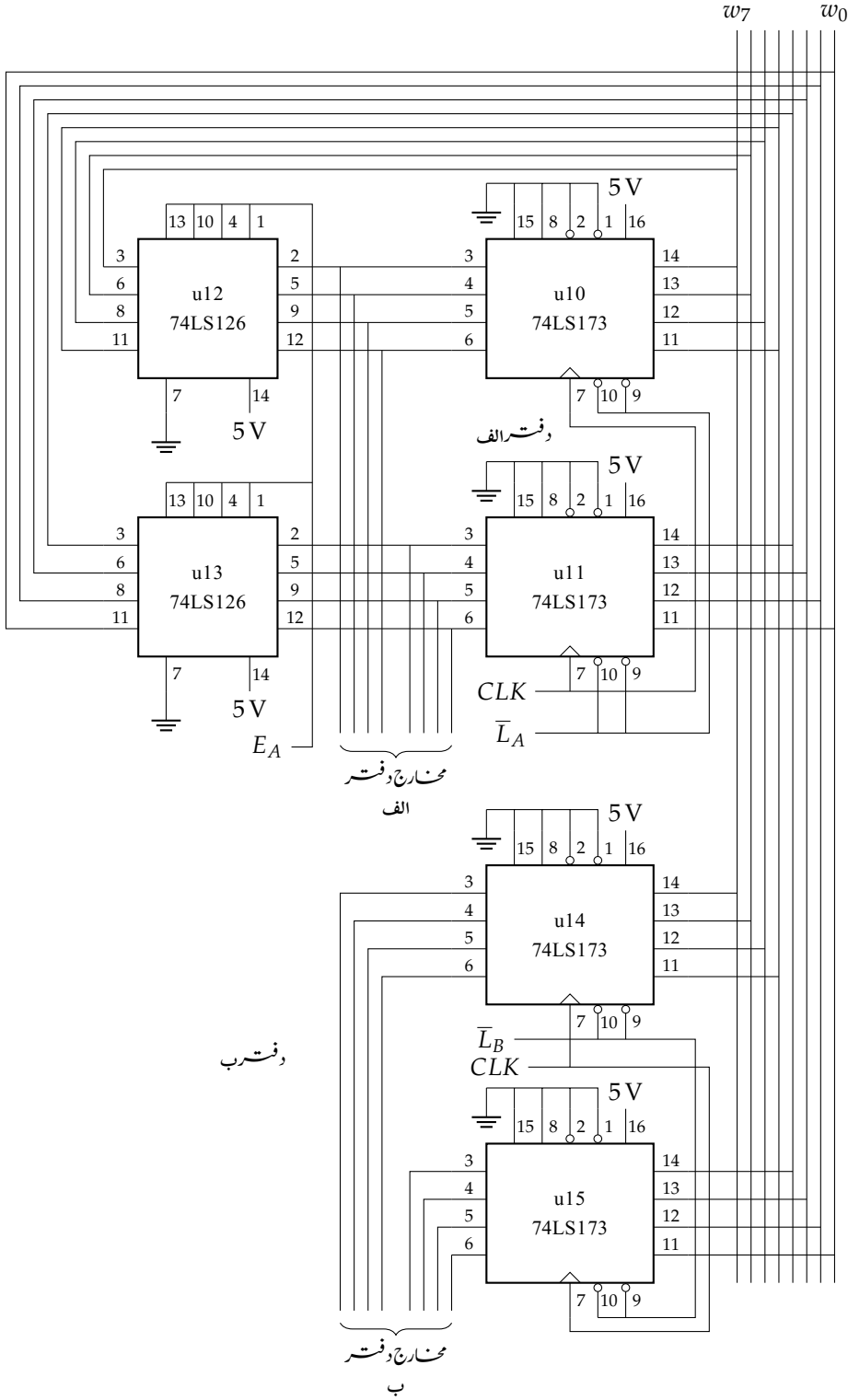
$u18$  اور  $u19$  مخلوط دور  $74LS86$  ہیں۔ یہ بلا مشرکت جمع گیٹ بطور فتابو کردہ متمم کار کاردار ادا کرتے ہیں۔ پست  $S_U$  کی صورت میں دفتر ب کا مواد بغیر تبدیل ہوئے ان گیٹ سے گزرتا ہے۔ بلند  $S_U$  کی صورت میں ب کے مواد کا کھلہ 1 ان گیٹوں سے مختارج ہوگا اور ساتھ ہی کمتر ترتیبی بٹ کے ساتھ 1 جمع ہو کر کھلہ 2 دیگا۔



شکل ۱۳.۱۳: برنامه گنت کار

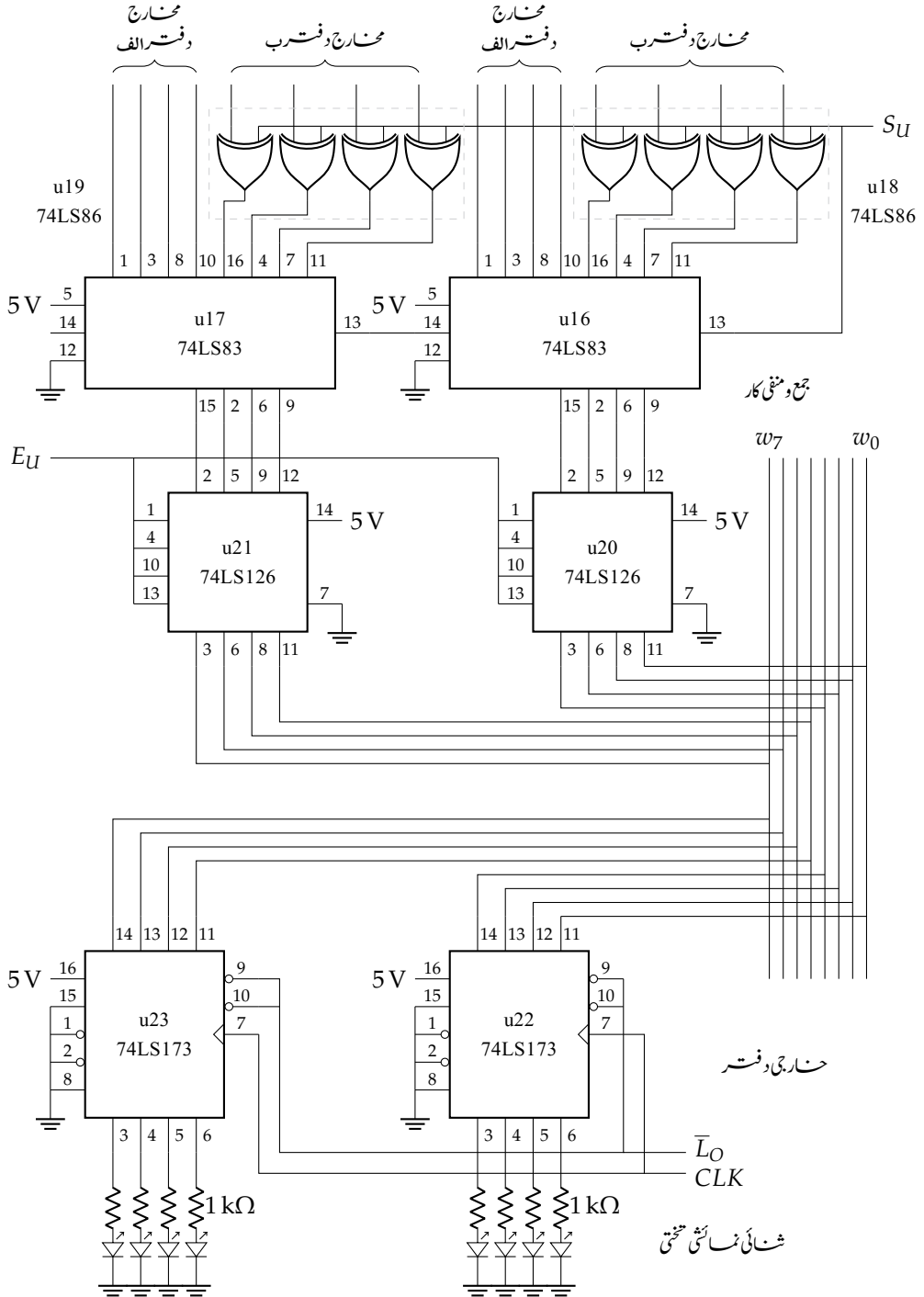


شکل ۱۲.۱۳: حافظه اور دفتربدایت



شکل ۱۳.۱۵: دفترالف اور جمع و منفی کار





شکل ۱۲.۱۶: جمع و منفی کار اور خارج دستر

u16 اور u17 مخلوط دور 74LS83 ہیں، جو 4 ہٹ مکمل جمع کار ہے۔ دونوں کو جوڑ کر 8 ہٹ ”مکمل جمع و منفی کار“ حاصل کیا گیا ہے۔ u20 اور u21، جو 74LS126 ہیں، 8 ہٹ نتیجہ کو سہ سال بنا کر W گزر گاہ پر ڈالتے ہیں۔

### دفتر اور حنا رچی دفتر

u14 اور u15، جو 74LS173 ہیں، سل کر ”دفتر“ دیتے ہیں۔ دونوں کے پنا 1 اور 2 زمین سے جوڑ کر حنا رچی حال بنا گیا ہے۔ دفتر الف کے مواد کے ساتھ دفتر کا مواد جمع کیا جاتا ہے یا اس سے دفتر کا مواد منفی کیا جاتا ہے۔

u22 اور u23، جو 74LS173 ہیں، حنا رچی دفتر دیتے ہیں۔ حنا رچی دفتر شنائی منائی تختی کو چلاتا ہے۔ منائی تختی پر ہم نتائج دیکھ سکتے ہیں۔

### بلا ٹپک صاف و چل

شکل ۱۲.۱۷ میں ”بلا ٹپک صاف و چل دور“ پیش ہے، جس کے دو حنا رچی ہیں؛ دفتر ہدایت کے لئے  $\overline{CLR}$  جبکہ برنامہ گنت کار اور چھلا گنت کار کے لئے  $CLR$  اشارہ۔  $\overline{CLR}$  ساعت چالو کرنے والے پلاٹ u29 کو بھی جاتا ہے۔ S5 دابہ باتم ہے جو آزاد حالت میں ”چل بیٹھک“ پر رہتا ہے۔ دبانے سے اس کا بازو ”صاف“ کو زمین سے ملا کر بلند  $CLR$  اور پست  $\overline{CLR}$  پیدا کرتا ہے۔ باتم کو آزاد چھوڑنے سے اس کا بازو ”چل“ کو زمین سے ملا کر پست  $CLR$  اور بلند  $\overline{CLR}$  پیدا کرتا ہے۔ یوں دابہ باتم کو دبا کر دونوں اشارے فعال ملیں گے۔

سوچ کا بازو ایک بیٹھک سے دوسری بیٹھک منتقل کرتے وقت بازو ٹپکیاں کھا کر بیٹھتا ہے، جس سے متعدد اشارات پیدا ہوتے ہیں۔ ہمیں عموماً ایک مستند اشارہ درکار ہو گا۔ شکل ۱۲.۱۷ میں S6 کا بازو ”صاف“ پر بٹھانے سے ٹپکیوں کی بدولت ”صاف“ پر متعدد 0 اور 1 پیدا ہوں گے، تاہم u24 کے دو ضرب متمم گیٹ صرف ایک پست  $\overline{CLR}$  پیدا کرتے ہیں؛ گویا، سوچ بلا ٹپک<sup>۱۱</sup> کر دیا گیا۔

دھیان رہے u24 کا آدھا حصہ ”بلا ٹپک صاف و چل“ اور باقی ”بلا ٹپک متدم با متدم“ دور میں متعمل ہے۔ u24 مخلوط دور 74LS00 کو غاہر کرتا ہے جس میں 2 داخلی چو ضرب متمم گیٹ پائے جاتے ہیں۔

### بلا ٹپک متدم با متدم دور

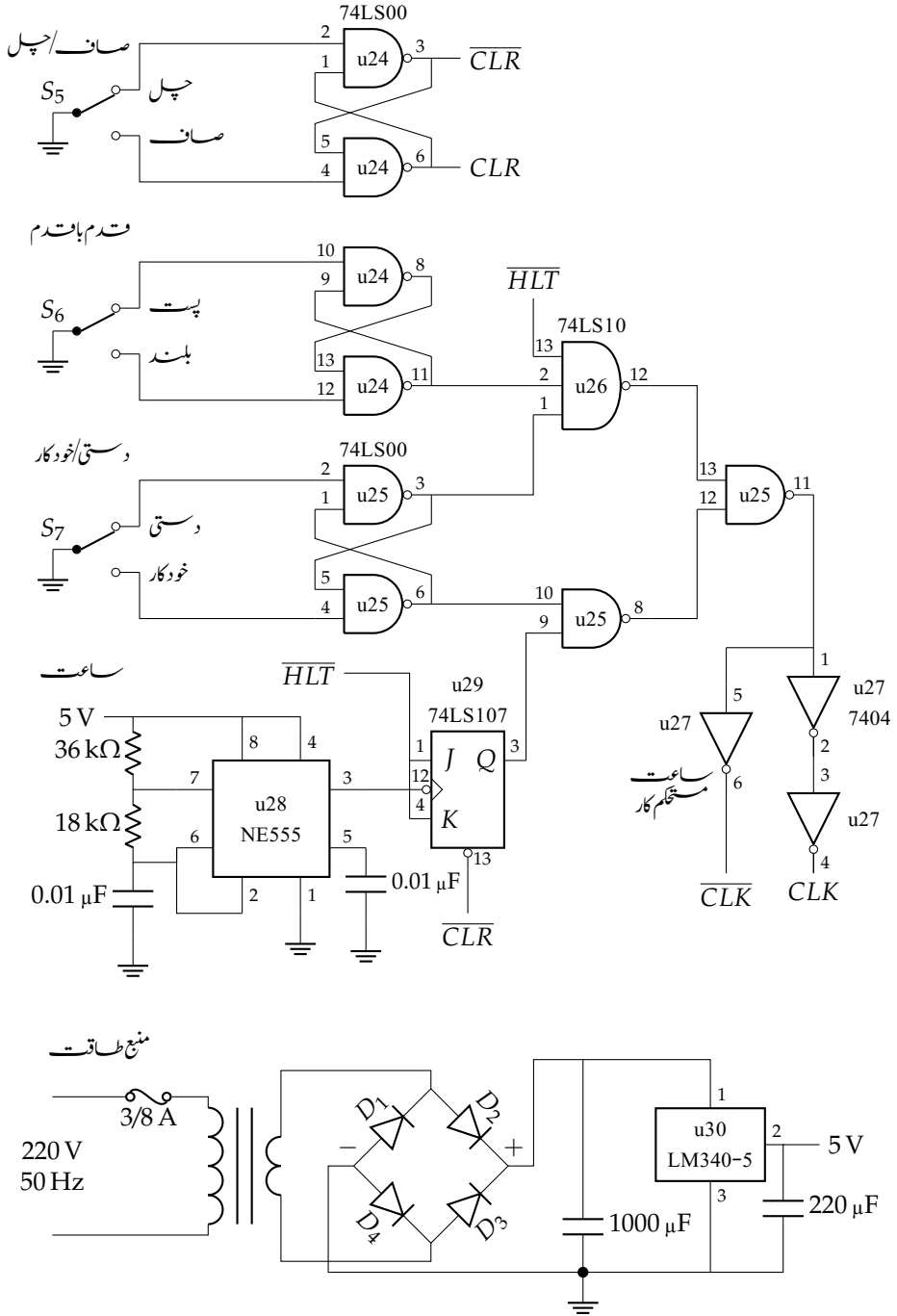
یہ کمپیوٹر دو طرز میں چل سکتا ہے؛ دستی یا خود کار۔ S6 ایک قطبہ دو چال<sup>۱۲</sup> سوچ ہے، جو ”بلند“ بیٹھک پر یا ”پست“ بیٹھک پر بیٹھارہ سکتا ہے۔ دستی طرز میں S6 ایک مرتب ”بلند“ اور ایک مرتبہ بیٹھک پر بٹھانے سے ساعت کی ایک مکمل دھڑکن پیدا ہوگی۔ ”بلند“ بیٹھک پر S6 بلند CLK دیگا؛ ”پست“ بیٹھک پر S6 پست CLK دیگا۔ دوسرے لفظوں میں، جیسے جیسے آپ S6 کو ایک بیٹھک سے دوسری بیٹھک پر بٹھاتے ہیں، شکل ۱۲.۱۷ میں پیش، ”بلا ٹپک متدم با متدم دور“ باری باری ایک ایک T حال پیدا ہوگا۔ یوں آپ کمپیوٹر کو مختلف T حال سے گزار کر اس کا تفصیلی معائنہ کر سکتے ہیں، جو حنا رچی کی صورت میں کمپیوٹر ٹیک کرنے میں مددگار ثابت ہوگا۔

<sup>۱۱</sup>debounced  
<sup>۱۲</sup>spdt,single-poledouble-throw

S7 ایک قطبہ دو چال سوئچ ہے۔ جب سوئچ دستی بیٹھک پر ہو، u26 کا پینا 1 بلند ہوگا اور یوں قدم با قدم ہٹام فاصل ہوگا (یعنی u24 کے پینا 11 پر موجود اشارہ u26 سے گزر کر u25 کے پینا 11 پہنچ کر CLK اور  $\overline{CLK}$  پیدا کرے گا)۔ جب سوئچ خود کار بیٹھک پر بیٹھنا ہو، کسپوٹر خود کار کام کرے گا (یعنی u25 کے پینا 11 تک ساعت پیدا کرنے والا اشارہ u29 کے پینا 3 سے پہنچے گا)۔ u25 کے دو ضرب متمم گیٹ S7 کو بلا پکبک بناتے ہیں۔ u25 کے باقی دو ضرب متمم گیٹ قدم با قدم ساعت یا خود کار ساعت میں سے ایک کو CLK اور  $\overline{CLK}$  تک پہنچاتے ہیں۔

u25 کا پینا 11 "ساعت" مستحکم کار "کو" چاہتا ہے۔ u27 کے دو سلسلہ وار حبڑے فنی گیسٹ CLK اور ایکے فنی گیسٹ CLK پیدا کرتے ہیں۔ اب تک 74LSxxxx سلسلہ کے کم طافستی مخلوط ادوار استعمال کیے گئے جو خارجی پینوں پر زیادہ طاقت منراہم نہیں کر سکتے۔ u27 مخلوط دور 74xxxx سلسلہ سے منتخب کیا گیا جو خارجی پینوں پر زیادہ طاقت منراہم کرتے ہوئے 74LSxxxx سلسلہ کے 20 برقی بوجھ چلا سکتے ہیں۔

full-waverectifier<sup>rr</sup>  
capacitor<sup>rr</sup>



شکل ۱۳.۱۷: ساعت، منبع طاقت، اور بلائیپک صاف و چیل۔

### ہدایت رمز کشا

u31 کے چار خفی گیت ہدایتی رمز بٹ  $I_7 I_6 I_5 I_4$  کا متمم دیتے ہیں (شکل ۱۲.۱۸ دیکھیں)۔ u32 ، u33 ، اور u34 ہدایتی رموز سے (جدول ۱۲.۲ کے تحت) پانچ ہدایات: نقل ، جمع ، منفی ، ہرآمد ، اور وی حاصل کرتے ہیں۔ یاد رہے، ایک وقت صرف ایک ہدایت فعال ہوگی۔ (رکھ اشارہ پست فعال جبکہ باقی بلند فعال ہیں۔)

جب ”ری“ دفتر ہدایت میں ہو،  $I_7 I_6 I_5 I_4$  بٹ 1111 ہوں گے اور رکی پست ہوگا۔ یہ اشارہ قدم با قدم ساعت کے دور میں u26 کے پنا 13 اور خود کار ساعت کے دور میں u29 کو جباتا ہے۔ جب رکی فعال (پست) ہو کمپیوٹر کی دستی اور خود کار ساعت رک جائیں گی لہذا CLK اور CLK اشارے رک جائیں گے اور کمپیوٹر کام کرنا روک دیگا۔

### چھلا گنت کار

چھلا گنت کار، جس کو بعض اوقات **مال گنتے کار** کہتے ہیں، u36 ، u37 ، اور u38 پر مشتمل ہے (شکل ۱۲.۱۸ دیکھیں)۔ یہ تینوں مخلوط دور 74LS107 کو ظاہر کرتے ہیں۔ ایک 74LS107 میں دو بے کے آت اعلا م پلٹ پائے جاتے ہیں۔  $S_5$  ، شکل ۱۲.۱۷ میں موجود ہے، دبانے سے چھلا گنت کار ابتدائی حال اختیار کرتا ہے جس میں صرف  $T_1$  بلند ہوگا۔ یاد رہے بائیں ترین پلٹ کے  $\bar{Q}$  (u38 کا پنا 6) سے  $T_1$  حاصل کیا گیا ہے، جو CLR پست کرنے سے بلند ہوگا۔ CLK اشارہ پست فعال مداحل کو مہیا کیا گیا ہے لہذا T حال ساعت کے کنارہ اترائی پر تبدیل ہوگا۔ نصف ساعت بعد، جیسا ہم ذکر کر چکے، کنارہ چپڑھائی دفنا تر میں مواد بھرتا ہے۔

### فتابو فالب

ہدایت رمز کشا سے نقل ، جمع ، منفی ، اور ہرآمد اشارے **قابو قابو**، u39 تا u48 کو جباتے ہیں (شکل ۱۲.۱۹ دیکھیں)۔ ساتھ ہی چھلا گنت کار کے  $T_1$  تا  $T_6$  اشارے بھی فتابو فالب کو فمرا ہم کیے جباتے ہیں۔ (ایسا دور جس کو مختلف جگہوں سے بٹوں کے دو گروہ ملتے ہوں **قابو قابو** کہلاتا ہے)۔ یہ فالب 12 بٹ فمرا ہدایت کا ”فتابو لفظ“ پیدا کرتا ہے، جو کمپیوٹر کو بتاتا ہے کہ اس نے کیا کرنا ہے۔

(شکل ۱۲.۱۹ میں پہلے  $T_1$  اور اس کے بعد  $T_2$  ، اور اسی طرح چلتے ہوئے  $T_3$  بلند ہوگا۔ فتابو فالب پر غور کے دوران آپ درج ذیل دریافت کریں گے۔ بلند  $T_1$  کی صورت میں بلند  $E_P$  اور پست  $\bar{L}_M$  (پست حال) پیدا ہوگا؛ بلند  $T_2$  کی صورت میں بلند  $C_P$  (بڑھوتری حال) پیدا ہوگا؛ اور بلند  $T_3$  کی صورت میں پست  $\bar{C}_E$  اور پست  $\bar{L}_I$  (حافظہ حال) پیدا ہوگا۔ یوں اس کمپیوٹر میں پہلے تین T حال لازماً بازیابی پھیلا ہوں گے۔ بازیابی پھیلا کے فتابو لفظ درج ذیل ہیں۔

حال	فتابو لفظ	فعال بٹ
$T_1$	5E3H	$E_P, \bar{L}_M$
$T_2$	BE3H	$C_P$
$T_3$	263H	$\bar{C}_E, \bar{L}_I$

statecounter<sup>۴۵</sup>  
controlmatrix<sup>۴۶</sup>

تعمیلی پھیرا کے دوران  $T_4$  تا  $T_6$  یک بعد دیگرے بلند ہوں گے۔ ساتھ ہی رمز کش اشاروں (نقل تاہرآمد) میں سے صرف ایک بلند (فعال) ہوگا۔ ان وجوہات کی بدولت، فتاوت الب فعال ہٹوں کو درست فتاوتوں تک پہنچا پاتا ہے۔

مثال کے طور پر، جب ”نقل“ بلند ہو، 2 داخلی ضرب متمم گیٹوں میں (نیچے سے گنتے ہوئے) پہلا، چوتھ، ساتواں، اور دسواں فعال ہوں گے۔ جب  $T_4$  بلند ہو، پہلا اور ساتواں ضرب متمم گیٹ فعال ہو کر پست  $\bar{L}_M$  اور پست  $\bar{E}_1$  دیں گے (لہذا دفتر پست میں پست ڈالا جائے گا)۔ جب  $T_5$  بلند ہو، چوتھ اور دسواں ضرب متمم گیٹ فعال ہوں گے، جو پست  $\bar{C}\bar{E}$  اور پست  $\bar{L}_A$  دیں گے (لہذا حافظہ سے مواد دفتر الفی منتقل ہوگا)۔ جب  $T_6$  بلند ہو، تمام فتاوت بٹ غنیر فعال ہوں گے (لہذا کمپیوٹر نارغ ہوگا)۔

آپ سے گزارش ہے کہ باقی ہدایات کی تعمیل (بلند جمع، بلند منفی، اور بلند ہرآمد) کے دوران فتاوت الب کی کارکردگی پر غور کریں تاکہ آپ دیکھ پائیں فتاوت الب کیسے جدول ۱۲.۵ کی حنرد ہدایت پیدا کرتا ہے۔

## حیلن

کمپیوٹر سے کوئی کام لینے سے پہلے اس کے حافظہ میں برنامہ اور مواد بھرا جاتا ہے۔ برنامہ نچلے حافظہ اور مواد بالا حافظہ میں رکھ کر ”صاف“ ہتام دیا کرواپس اٹھنے دیا جاتا ہے جس سے ایک لمحے کے لئے  $CLR$  اور  $\bar{C}\bar{L}\bar{R}$  فعال ہوں گے۔  $CLK$  اور  $\bar{C}\bar{L}\bar{K}$  ساعتی اشارے دفتر کو اور گنت کار چلاتے ہیں۔ فتاوت و ترتیب کار سے حنرد ہدایت ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر عمل کا تعین کرتا ہے۔

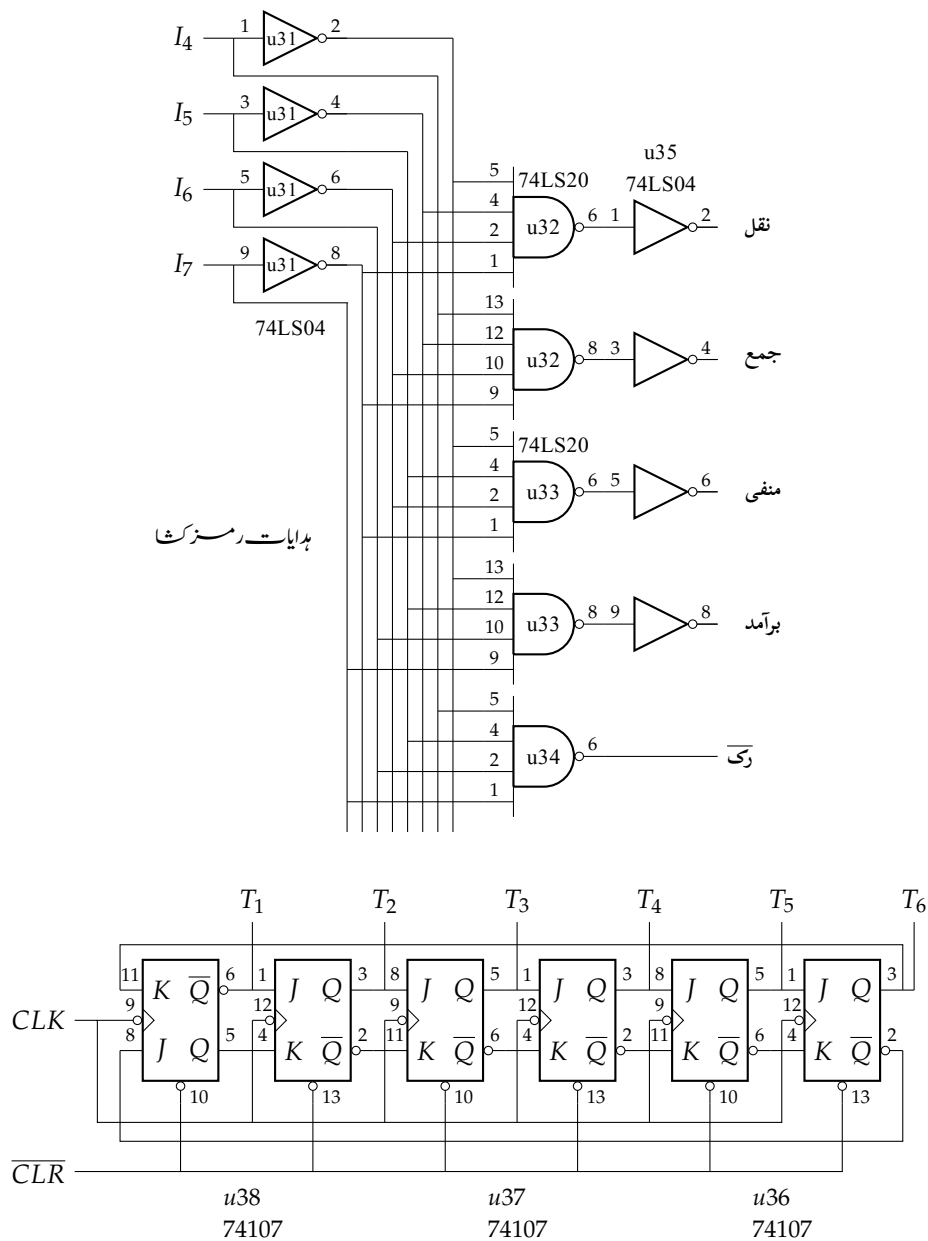
ہر ایک مشینی پھیرا بازیابی پھیرے سے آغاز کرتا ہے۔  $T_1$  پست حال،  $T_2$  بڑھوتری حال، اور  $T_3$  حافظہ حال ہوگا۔ بازیابی پھیرے کے اختتام پر دفتر ہدایت میں ہدایت پائی جائے گی۔ جبز و ہدایت کی رمز کشائی کے بعد فتاوت الب خودب خود درست تعمیلی معمول پیدا کرتا ہے۔ تعمیلی پھیرا کی تکمیل پر چھلا گنت کار دوبارہ  $T_1$  سے آغاز کرتا ہے اور اگلا مشینی پھیرا شروع ہوتا ہے۔

دفتر ہدایت میں ”ذی“ ہدایت بھرتے ہی کمپیوٹر کام کرنا روک دیگا۔

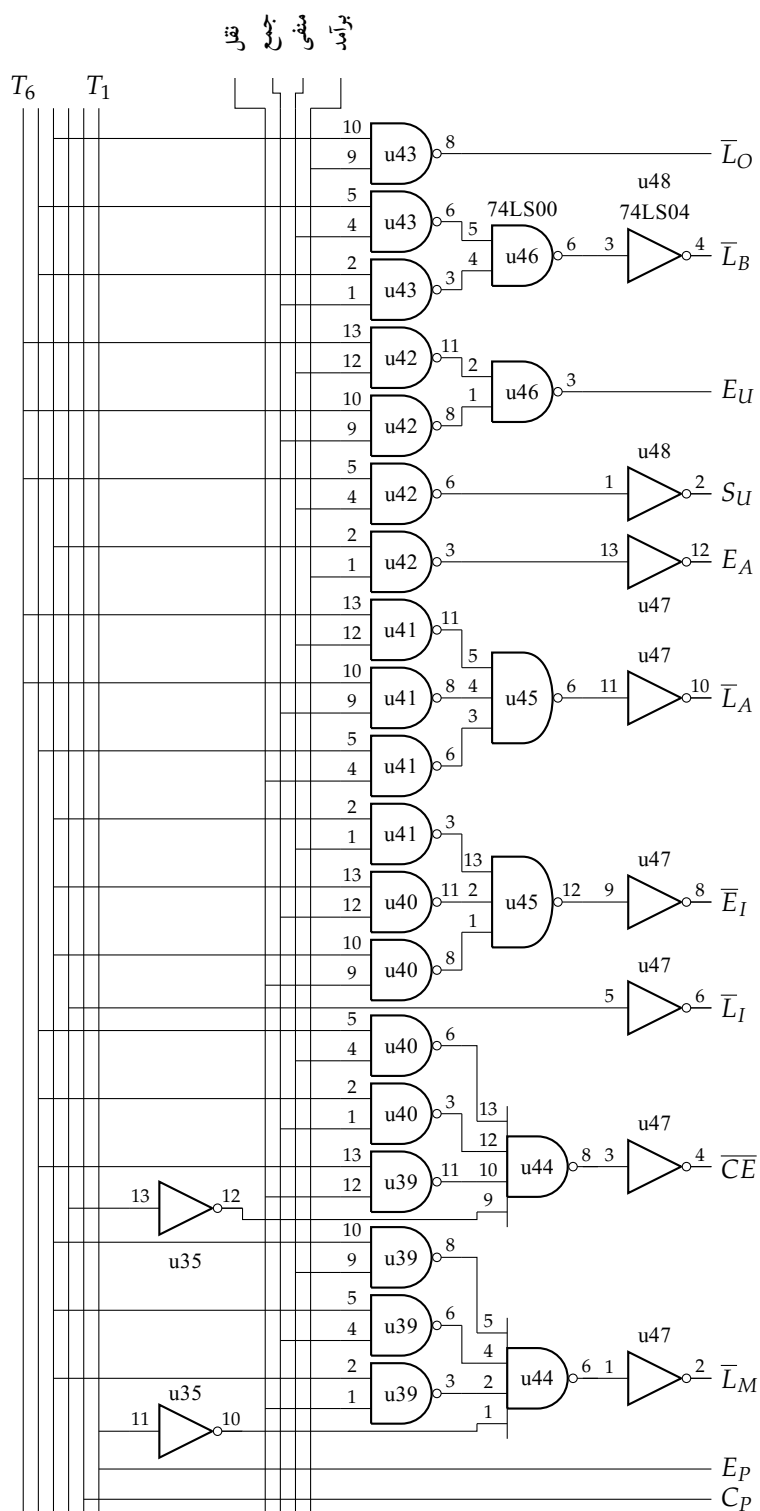
## ۱۲.۸ حنرد برنامہ نویسی

ہر ایک تعمیلی پھیرے کے لئے درکار حنرد ہدایت کے حصول کا ایک طریقہ شکل ۱۲.۱۹ میں پیش کیا گیا ہے۔ زیادہ تعداد کی ہدایات کے لئے درکار فتاوت الب بہت بڑا ہوگا جس میں سیکڑوں یا ہزاروں کی تعداد میں گیٹ مستعمل ہوں گے۔ اتنی زیادہ تعداد میں گیٹوں کو برقی تاروں کے ذریعہ آپس میں جوڑنا آسان نہیں۔ یہی وجہ ہے کہ تحقیق کاروں نے دیگر راہ تلاش کیے۔

حنرد برنامہ نویسی ایک ایسی متبادل ترکیب ہے۔ بنیادی طور پر فتاوت الب سے حنرد ہدایات پیدا کرنے کی بجائے انہیں پختہ حافظہ میں رکھا جاتا ہے، جس سے فتاوت و ترتیب کار بنانا آسان ہو جاتا ہے۔



شکل ۱۲.۱۸: ہدایات کی رمزکشی اور چھ لگت کار۔



شکل ۱۲.۱۹: دیتا بروت اب



جدول ۱۲.۶: کمپیوٹر الف کا پخت حافظہ برائے فتاویٰ الفاظ

جدول ۱۲.۷: پخت حافظہ برائے پتہ

پتہ	مواد	معمولہ
0000	0011	نقل
0001	0110	جمع
0010	1001	منفی
0011	xxxx	کوئی نہیں
0100	xxxx	کوئی نہیں
0101	xxxx	کوئی نہیں
0110	xxxx	کوئی نہیں
0111	xxxx	کوئی نہیں
1000	xxxx	کوئی نہیں
1001	xxxx	کوئی نہیں
1010	xxxx	کوئی نہیں
1011	xxxx	کوئی نہیں
1100	xxxx	کوئی نہیں
1101	xxxx	کوئی نہیں
1110	1100	برآمد
1111	xxxx	کوئی نہیں

پتہ	مواد	معمولہ	فعال
0H	5E3H	بازیا ب	$E_P, \bar{L}_M$
1H	BE3H		$C_P$
2H	263H		$\bar{C}\bar{E}, \bar{L}_I$
3H	1A3H	نقل	$\bar{L}_M, \bar{E}_I$
4H	2C3H		$\bar{C}\bar{E}, \bar{L}_A$
5H	3E3H	کوئی نہیں	
6H	1A3H	جمع	$\bar{L}_M, \bar{E}_I$
7H	2E1H		$\bar{C}\bar{E}, \bar{L}_B$
8H	3C7H		$\bar{L}_A, E_U$
9H	1A3H	منفی	$\bar{L}_M, \bar{E}_I$
AH	2E1H		$\bar{C}\bar{E}, \bar{L}_B$
BH	3CFH		$\bar{L}_A, S_U, E_U$
CH	3F2H	برآمد	$E_A, \bar{L}_O$
DH	3E3H	کوئی نہیں	
EH	3E3H	کوئی نہیں	
FH	X	X	غیر متعمل

### حشر در نامہ ذخیرہ کرنے کا عمل

پتے مختص کر کے اور تعمیلی معمولہ شامل کرتے ہوئے ہم جدول ۱۲.۶ میں پیش حشر ہدایات حاصل کر سکتے ہیں، جنہیں قابو الفاظ کے پخت حافظہ میں ذخیرہ کیا جاسکتا ہے۔ بازیابی معمولہ 0H تا 2H پتے پر، نقل معمولہ 3H تا 5H، جمع معمولہ 6H تا 8H، منفی معمولہ 9H تا BH، اور برآمد معمولہ CH تا EH پر رکھے گئے ہیں۔

کسی بھی معمولہ تک رسائی کے لئے درست پتہ مہیا کرنا ہوگا۔ مثلاً، جمع معمولہ کے لئے ہمیں 6H، 7H، اور 8H پتے فہرہم کرنا ہوگا۔ برآمد معمولہ چلانے کے لئے CH، DH، اور EH پتے فہرہم کرنا ہوگا۔ یوں کسی بھی معمولہ تک رسائی درج ذیل تین اقدام پر چلتے ہوئے ممکن ہوگی۔

۱. معمولہ کا ابتدائی پتہ جاننا ہوگا۔

۲. معمولہ کے پتوں سے باری باری گزرنا ہوگا۔

۳. فتاویٰ الفاظ کے پخت حافظہ کو پتے فہرہم کرنا ہوگا۔

### پختہ حافظہ برائے پتہ

شکل 10-16 میں کمپیوٹر کی حشر در نام نویسی دکھائی گئی ہے، جو پختہ مینڈ حافظہ<sup>۴</sup>، قابل پیش بھرائی<sup>۵</sup> گنت کار، اور قابو مینڈ حافظہ<sup>۶</sup> پر مشتمل ہے۔ پتہ حافظہ میں، جدول ۱۲.۶ میں دیے گئے، ہر ہدایت کا ابتدائی پتہ پایا جاتا ہے۔ دوسرے لفظوں میں پتہ حافظہ میں جدول ۱۲.۷ کا مواد پایا جاتا ہے۔ جیسا آپ دیکھ سکتے ہیں، نقل معمولہ کا ابتدائی پتہ 0011، جمع معمولہ کا ابتدائی پتہ 0110 ہے، وغیرہ۔

جب ہٹ  $I_7 I_6 I_5 I_4$  پتہ پختہ حافظہ کو چلائیں، ابتدائی پتہ پیدا ہو گا۔ مثلاً، اگر جمع ہدایت زیر تعیل ہو،  $I_7 I_6 I_5 I_4$  میں 0001 ہو گا، جو پتہ پختہ حافظہ کو منراہم ہو گا: پختہ حافظہ 0110 دیگا۔

### قابل پیش بھرائی گنت کار

جب  $T_3$  بلند ہو، قابل پیش بھرائی گنت کار کا ”بھرا“ مداحل بلند ہو گا لہذا پتہ پختہ حافظہ سے گنت کار ابتدائی گنتی حاصل کرے گا۔ باقی  $T$  حال کے دوران گنت کار گنتی کرے گا۔

ابتدائی طور، صاف / چل بلائیک دور بلند CLR اشارہ پیدا کرتا ہے۔ جمع گیٹ کے محتارج پر نسب RC اس اشارے کا تفرق لیتے ہوئے ایک باریک سوزن<sup>۷</sup> پیدا کرتا ہے جو گنت کار کو صاف کرتی ہے۔ کمپیوٹر کی دود شروع ہونے کے بعد  $T_1$  حال میں گنت کار کی گنتی 0000،  $T_2$  حال میں 0001، اور  $T_3$  حال میں 0010 ہو گی۔ بازیابی کا ہر پھیرا ایک جیسا ہو گا، چونکہ  $T_1$ ،  $T_2$ ، اور  $T_3$  حال کے دوران گنت کار بالترتیب 0000، 0001، اور 0010 دیگا۔

دفتر ہدایت میں موجود ہدایتی رمز تعمیلی پھیرا متاثر کرتا ہے۔ اگر جمع ہدایت بازیاب کی جائے،  $I_7 I_6 I_5 I_4$  کے ہٹ 0001 ہوں گے۔ یہ ہدایتی رمز پتہ پختہ حافظہ کو چلاتے ہوئے 0110 (جدول ۱۲.۷ دیکھیں) پیدا کرے گا، جو قابل پیش بھرائی گنت کار کو بطور ابتدائی پتہ منراہم کیا جاتا ہے۔ بلند  $T_3$  کے دوران ساعت کے اگلے کنارہ اترائی پر 0110 قابل پیش بھرائی گنت کار میں بھرا جائے گا۔ یوں گنت کار ”جمع“ معمولہ کے ابتدائی گنتی سے آغاز کرتے ہوئے آگے گنتا ہے۔  $T_4$  حال کے دوران گنت کار کا محتارج 0110،  $T_5$  حال کے دوران 0111، اور  $T_6$  حال کے دوران 1000 ہو گا۔

$T_1$  حال کے شروع میں،  $T_1$  اشارے کا پیش کنارہ تفرق کرتے ہوئے ایک باریک مثبت سوزن پیدا کیا جاتا ہے، جو گنت کار کو صاف کر کے 0000 کرتی ہے؛ یہ بازیابی معمولہ کا ابتدائی پتہ ہے۔ یوں ایک نئے مشین پھیرے کا آغاز ہو گا۔

### مقابلہ پختہ حافظہ

مقابلہ پختہ حافظہ میں کمپیوٹر کے مندرجہ ذیل ذخیرہ کیے جاتے ہیں۔ بازیابی پھیرے کے دوران، مقابلہ پختہ حافظہ کو 0000، 0001، اور 0010 پتہ مندرجہ ذیل کی جاتا ہے، لہذا یہ درج ذیل مندرجہ ذیل کرے گا۔

5E3H

BE3H

263H

یہ مندرجہ ذیل بات، جو جدول ۱۲.۶ میں پیش ہیں، پتہ حال، بڑھوتری حال، اور حافظہ حال پیدا کرتے ہیں۔

”جمع“ ہدایت کی تعمیل کے دوران، مقابلہ پختہ حافظہ کو تعمیلی پھیرے کے دوران 0110، 0111، اور 1000 پتے مندرجہ ذیل ہوں گے۔ پختہ حافظہ کے مندرجہ ذیل ترتیب درج ذیل ہوں گے۔

1A3H

2E1H

3C7H

جیسا ہم پہلے ذکر کر چکے، یہ مندرجہ ذیل بات ”جمع“ کی تعمیل کرتے ہیں۔

مندرجہ ذیل ”برآمد“ ہدایت کی تعمیل کی جاتی ہے۔ ہدایتی رمز 1110 ہوگا اور ابتدائی پتہ 1100 ہوگا (جدول ۱۲.۷ دیکھیں)۔ تعمیلی پھیرے کے دوران، گنت کار کے مندرجہ ذیل 1101، 1101، اور 1110 ہوں گے۔ مقابلہ پختہ حافظہ کے مندرجہ ذیل 3E3H، 3E3H، اور 3F2H ہوں گے (جدول ۱۲.۶ دیکھیں)۔ یہ معمولہ دفتر الف کا مواد برآمدی روزن کو منتقل کرتا ہے۔

### متغیر مشینی پھیرا

جدول ۱۲.۶ میں مندرجہ ذیل 3E3H مندرجہ ذیل کی ہدایت ہے۔ یہ نقل معمولہ میں ایک مرتبہ اور برآمد معمولہ میں دو مرتبہ پایا جاتا ہے۔ کمپیوٹر الف میں مندرجہ ذیل استعمال کر کے تمام ہدایت کے لئے مقررہ مشین پھیرا<sup>۵۱</sup> حاصل کیا جاتا ہے۔ یوں ہر ہدایت ٹھیک چھ T حال کا ہوگا۔ بعض کمپیوٹر میں مقررہ مشینی پھیرا<sup>۵۲</sup> موزوں ہوگا۔ تاہم، جہاں تیز رفتار درکار ہو وہاں مندرجہ ذیل ہدایت سے چھکارا حاصل کر کے رفتار بڑھائی جاسکتی ہے۔

ایسا T حال جس میں مندرجہ ذیل ہدایت موجود ہو کو نظر انداز کرتے ہوئے آگے بڑھنے سے رفتار بڑھائی جاسکتی ہے۔ شکل 10-16 میں معمولی تبدیلی سے ایسا کرنا ممکن ہوگا۔ اس سے نقل ہدایت کا مشینی پھیرا گھٹ کر پانچ T حال (T<sub>1</sub>، T<sub>2</sub>، T<sub>3</sub>، T<sub>4</sub>، اور T<sub>5</sub>) کا رہ جائے گا۔ برآمد ہدایت کا مشینی پھیرا گھٹ کر چار T حال (T<sub>1</sub>، T<sub>2</sub>، T<sub>3</sub>، اور T<sub>4</sub>) کا رہ جائے گا۔

متغیر مشینی پھیرا<sup>۵۲</sup> حاصل کرنے کا ایک طریقہ شکل 10-17 میں پیش ہے۔ نقل ہدایت کے لئے T<sub>1</sub> تا T<sub>5</sub> حال ہو بہو مقررہ مشینی پھیرا کی طرح ہیں۔ T<sub>6</sub> حال کے آغاز میں مقابلہ پختہ حافظہ 3E3H (یعنی مندرجہ ذیل)

<sup>۵۱</sup>fixedmachinecycle  
<sup>۵۲</sup>variablemachinecycle

حنرد ہدایت) پیدا کرے گا۔ ضرب متمم گیٹ اس ہدایت کو فوراً پہچان کر پست  $\overline{\text{فنا ر غ}}$  خارج کرتا ہے۔ جیسا شکل 10-18 میں دکھایا گیا ہے، ضرب گیٹ کی مدد سے  $\overline{\text{فنا ر غ}}$  چھ لاکنت کار کو مہیا کیا گیا ہے۔ چھ لاکنت کار فوراً  $T_1$  حال اختیار کر کے نئے مشینی پھیرے کا آغاز کرتا ہے۔ یوں نقل ہدایت چھ سے گھٹ کر پانچ حال کا ہوگا۔

برآمد ہدایت میں پہلا  $\overline{\text{فنا ر غ}}$  حنرد ہدایت  $T_5$  حال میں پایا جاتا ہے۔ یوں  $T_5$  حال کے آغاز میں فتابو پخت حافظہ  $3E3H$  دیا، جس کو ضرب متمم گیٹ پہچان کر پست  $\overline{\text{فنا ر غ}}$  پیدا کر کے چھ لاکنت کار کو  $T_1$  حال اختیار کرنے پر مجبور کرتا ہے۔ یوں، برآمد ہدایت چھ حال سے گھٹ کر چار حال کا ہوگا۔

خرد عامل کار (مانکروپراسیسر<sup>۵۳</sup>) عموماً متغیر مشینی پھیرا استعمال کرتے ہیں۔ مثال کے طور پر، 8085 میں، تمام  $\overline{\text{فنا ر غ}}$  حنرد ہدایت سے چھ کار حاصل کرتے ہوئے، مشینی پھیرا دو سے چھ  $T$  حال پر مشتمل ہوگا۔

### فوائد

حنرد برنامہ نویسی کا ایک فائدہ ہدایت رمز کش اور فتابو فتالب سے چھکارا ہے؛ زیادہ ہدایت کی صورت میں دونوں نہایت پیچیدہ ہوں گے۔ دوسرے لفظوں میں، پخت حافظہ میں حنرد ہدایات ذخیرہ کرنا ہدایت رمز کش اور فتابو فتالب استعمال کرنے سے زیادہ آسان ہے۔

مزید، ہدایت رمز کش اور فتابو فتالب بنانے کے بعد ان میں تبدیلی لانا آسان نہیں ہوگا۔ آپ کو تاریں اتار کر دوبارہ لگانی ہوں گی۔ حنرد برنامہ نویسی کی صورت میں ایسا کرنے کی ضرورت نہیں؛ آپ کو صرف فتابو پخت حافظہ اور ابتدائی پتہ کا پخت حافظہ تبدیل کرنا ہوگا۔

### خلاصہ

جدید حنرد عامل کار زیادہ تر فتابو پخت حافظہ اور ابتدائی پتہ حافظہ استعمال کرتے ہیں۔ ان کے حنرد برنامہ جدول زیادہ پیچیدہ ہوں گے، تاہم بنیادی فلسفہ یہی ہوگا جو اس باب میں بتایا گیا۔ حنرد ہدایات فتابو پخت حافظہ میں ذخیرہ کیے جاتے ہیں اور ان تک رسائی درکار ہدایت کے پتہ فہم کرنے سے ہو کی جاتی ہے۔

### سوالات

سوال ۱۲.۱: کمپیوٹر الف کا (مثال ۱۲.۱ کی طرز پر) ایسا برنامہ لکھیں جو درج ذیل کا نتیجہ شنائی فائنٹیختی پر دکھائے۔

$$5 + 4 - 6$$

مواد کے لئے  $DH$ ،  $EH$ ، اور  $FH$  پتے استعمال کریں۔

جواب:

پتہ	ہدایات
0H	نقل DH
1H	جمع EH
2H	منفی FH
3H	برآمد
4H	رک
DH	05H
EH	04H
FH	06H

سوال ۱۲.۲: آپ نے سوال ۱۲.۱ میں برنامہ لکھا۔ اس کا ترجمہ مشینی زبان میں کریں۔ مشینی زبان میں جواب شنائی اور سادس عشری روپ میں پیش کریں۔

سوال ۱۲.۳: درج ذیل حل کرنے کے لئے کمپیوٹر کی مادری زبان میں برنامہ لکھیں۔ مواد کے لئے BH تا FH پتے استعمال کریں۔

$$8 + 4 - 3 + 5 - 2$$

جواب:

پتہ	ہدایات
0H	نقل BH
1H	جمع CH
2H	منفی DH
3H	جمع EH
4H	منفی FH
5H	رک
BH	08H
CH	04H
DH	03H
EH	05H
FH	02H

سوال ۱۲.۴: گزشتہ سوال میں لکھا گیا برنامہ مشینی زبان میں ترجمہ کریں۔ جواب شنائی اور سادس عشری روپ میں پیش کریں۔

سوال ۱۲.۵: جمع ہدایت کی وقتیہ ترسیلات شکل میں پیش ہیں۔ منفی ہدایت کی وقتیہ ترسیلات کچھ نہیں۔

سوال ۱۲.۶: فرض کریں 8085 کی ساعت کا تعدد 3 MHz ہے۔ جمع ہدایت کی بازیابی اور تعمیل کے لئے چار T حال درکار ہیں۔ یہ کتنا وقت ہے؟

سوال ۱۲.۷: کمپیوٹر الف کے نقل معمولہ کی خسر ہدایات کیا ہیں؟ منفی معمولہ کے لئے کیا ہیں؟ جواب شنائی اور سادس عشری روپ میں پیش کریں۔

جواب: ”نقل“ کے لئے  $1A3H$ ،  $2C3H$  یا  $3E3H$ ،  $000110100011$ ،  $001011100001$ ،  $000110100011$  منفی کے لئے  $1A3H$ ،  $2E1H$ ،  $3CFH$  یا  $000110100011$ ،  $001011100001$ ؛

سوال ۱۲.۸: مندرجہ ذیل ہم دفتر الف کا مواد دفتر ب میں منتقل کرنا چاہتے ہیں۔ ہمیں ایک نئی حشر دہایت درکار ہے۔ یہ حشر دہایت کیا ہوگی؟ جواب شنائی اور سادس عشری روپ میں پیش کریں۔

سوال ۱۲.۹: کمپیوٹر کا نقشہ دیکھتے ہوئے درج ذیل کو جواب دیں۔

ا. دفتر الف کا مواد  $\overline{CLR}$  کے کنارہ چپڑھائی پر کہ کنارہ اترائی پر تبدیل ہوگا؟ اس لمحے  $CLK$  کا کنارہ چپڑھائی ہوگا یا کنارہ اترائی؟

ب. برنامه گنت کار کو بڑھانے کے لئے  $C_P$  بلند ہوگا یا پست؟

ج. برنامه گنت کار صاف کرنے کے لئے  $\overline{CLR}$  بلند ہوگا یا پست؟

د. برنامه گنت کار کا مواد  $W$  گزرگاہ پر رکھنے کے لئے  $E_P$  بلند ہوگا یا پست؟

جواب: (ا) کنارہ اترائی؛  $CLK$  کا کنارہ چپڑھائی ہوگا۔ (ب) بلند (ج) پست (د) بلند

سوال ۱۲.۱۰: کمپیوٹر کا نقشہ دیکھتے ہوئے درج ذیل کو جواب دیں۔

ا. بلند  $\overline{L}_A$  کی صورت میں ساعت کے اگلے کنارہ چپڑھائی پر دفتر الف کے مواد کو کیا ہوگا؟

ب. اگر  $00101100 =$  الف اور  $11001110 =$  ب ہوں تب بلند  $E_A$  کی صورت میں  $W$  گزرگاہ پر کیا ہوگا؟

ج. اگر  $00001111 =$  الف،  $00000001 =$  ب، اور  $1 = S_U$  ہو تب بلند  $E_U$  کی صورت میں  $W$  گزرگاہ پر کیا ہوگا؟

سوال ۱۲.۱۱: کمپیوٹر کا نقشہ دیکھتے ہوئے درج ذیل کو جواب دیں۔

ا. جب  $S_5$  صاف بیٹھک پر ہو کیا  $\overline{CLR}$  بلند یا پست ہوگا؟

ب. جب  $S_6$  پست بیٹھک پر ہو کیا  $u_{24}$  کا پینا 11 بلند یا پست ہوگا؟

ج.  $u_{29}$  کے پینا 3 پر ساعت کا اشارہ موجود ہونے کے لئے  $\overline{HLT}$  بلند یا پست ہونا ہوگا؟

جواب: (ا) پست (ب) پست (ج) بلند

سوال ۱۲.۱۲: شکل ۱۲.۱۸ اور شکل ۱۲.۱۹ کو دیکھ کر درج ذیل کو جواب دیں۔

ا. اگر  $I_4 I_5 I_6 I_7 = 1110$  ہو،  $u_{35}$  کے حنا جی پینوں میں صرف ایک بلند ہوگا۔ وہ پینا کونسا ہے؟ (پینا 12 اور 10 نظر انداز کریں۔)

ب. جب  $\overline{CLR}$  پست ہو تا ہے،  $T_1$  تا  $T_6$  میں کونسا بلند ہوتا ہے؟

ج. ”نقل“ اور  $T_5$  بلند ہیں۔  $u_{45}$  کے پینا 6 پر کیا ہوگا؟

د. ”جمع“ اور  $T_4$  بلند ہیں۔ کیا  $u_{45}$  کا پینا 12 پست یا بلند ہوگا؟



## باب ۱۳

### کمپیوٹر با

ارتقائی طور پر کمپیوٹر الف ایک قدیم مشین ہے جو چند سادہ ہدایت پر عمل درآمد کر سکتا ہے۔ اس باب میں ارتقائی اگلی کڑی پر غور کیا جائے گا جسے ہم کمپیوٹر یا کہیں گے۔ کمپیوٹر با چھ لائنگ کی ہدایات جانتا ہے جو برنامہ کے کسی حصے پر دوبارہ عمل کرنے یا اس حصے کو نظر انداز کرنے پر کمپیوٹر کو مجبور کر سکتی ہیں۔ جیسا آپ جلد جان پائیں گے، چھ لائنگ ہدایات کی بدولت کمپیوٹر کی طاقت بہت زیادہ بڑھتی ہے۔

#### ۱۳.۱ دو طرفہ ونا تر

تاروں کی برقی گنجائش کم کرنے کی عنصر سے ہم کمپیوٹر با کے ہر ایک دفتر اور W گزرگاہ کے بیچ تاروں کا صرف ایک سلسلہ بچائیں گے۔ شکل ۱۳.۱-الف میں اس تصور کی وضاحت کی گئی ہے۔ درآمدی اور برآمدی پنیے آپس میں جوڑے گئے ہیں؛ گزرگاہ تک تاروں کا صرف ایک گروہ جاتا ہے۔

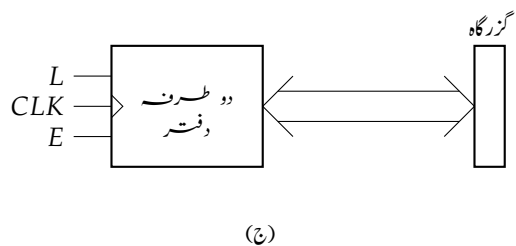
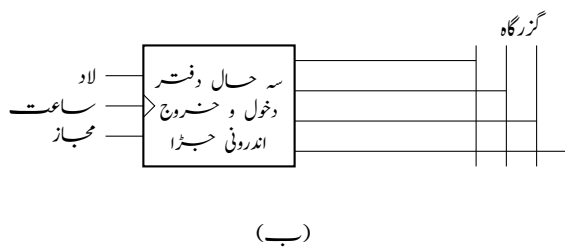
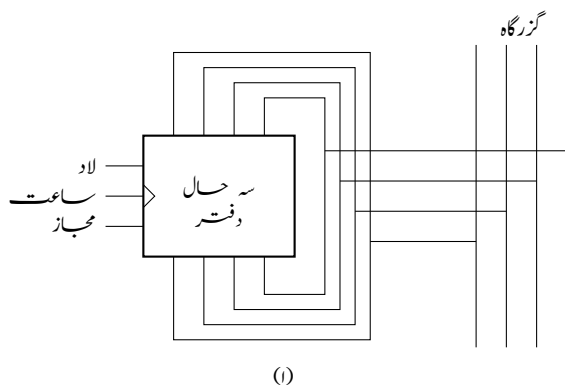
کیا درآمدی اور برآمدی پنیے آپس میں جوڑنا کوئی مسئلہ کھڑا کرتا ہے؟ جی نہیں۔ کمپیوٹر کی دوڑ کے دوران کسی ایک وقت پر ”لاد“ اور ”مجاز“ میں سے صرف ایک فعال ہوگا۔ فعال ”لاد“ کی صورت میں شنائی مواد گزرگاہ سے دفتر کی درآمد کی جانب گامزن ہوگا؛ لاد عمل کے دوران، برآمدی راہیں غیر وابستہ ہوں گی۔ اس کے برعکس، فعال ”مجاز“ کی صورت میں، شنائی مواد دفتر سے گزرگاہ کی طرف گامزن ہوگا، اور درآمدی راہیں غصیر وابستہ ہوں گی۔

سہ حال دفتر کے درآمدی اور برآمدی پنیوں کو مخلوط دور ساز اندرونی طور پر آپس میں جوڑ سکتا ہے۔ اس سے نافرمان تاروں کی برقی گنجائش کم ہوگی بلکہ درآمدی و برآمدی پنیوں کی تعداد بھی کم ہوگی۔ مثلاً، شکل ۱۳.۱-ب میں آٹھ کی بجائے چار درآمدی و برآمدی پنیے ہیں۔

شکل ۱۳.۱-ج میں سہ حال دفتر، جس کے درآمدی اور برآمدی راہ اندرونی طور پر آپس میں جبڑے ہیں، کی علامت

floating<sup>۱</sup>





شکل ۱۳.۱: دو طرفہ دفتر

پیش ہے۔ دو طرفہ تیسرے ہمیں یاد دلاتا ہے کہ یہ راہ دو طرفہ<sup>۲</sup> ہے؛ اس پر مواد کسی بھی طرف چل سکتا ہے۔

## ۱۳.۲ طرز تعمیر

شکل ۱۳.۲ میں کمپیوٹر باکی طرز تعمیر پیش ہے۔ دفاتر کے وہ برآمدات جو گزرگاہ W سے منسلک ہیں سہ حال ہیں؛ جو گزرگاہ سے منسلک نہیں، وہ دو حال ہیں۔ یہاں بھی ہر ایک دفتر کو فوٹو ترتیب کار فوٹو اشارات (جو یہاں دکھائے نہیں گئے) بھیجتا ہے۔ فوٹو اشارات ساعت کے اگلے کنارہ چڑھانی پر دفتر کو لادنے، یا محباز ہونے، یا کسی دوسرے مقصد کے لئے تیار کرتے ہیں۔ ہر ڈبے کی مختصر تفصیل درج ذیل ہے۔

### داخلی روزن

کمپیوٹر باکے دو داخلی روزن ہیں جنہیں روزن 1 اور روزن 2 کہتے ہیں۔ سادس عشری سر موزمانچے کار تختی<sup>۳</sup> روزن 1 کے ساتھ جڑی ہے۔ یوں ہم روزن 1 کے ذریعے سادس عشری برنامہ ہدایات اور مواد داخل کر سکتے ہیں۔ جیسا آپ دیکھ سکتے ہیں، سادس عشری ٹائپ کار تختی روزن 2 کے ہٹ 0 کو تیار<sup>۴</sup> کا اشارہ بھیجتی ہے۔ یہ اشارہ روزن 1 میں درست مواد کی نشاندہی کرتا ہے۔

روزن 2 کے پنی 7 کو جاتا ہوا سلسلہ وار مدخل<sup>۵</sup> اشارے پر بھی نظر ڈالیں۔ کچھ دیر بعد، ایک مثال کی مدد سے، سلسلہ وار داخل مواد کو متوازی مواد میں تبدیل کرنا دکھایا جائے گا۔

### برنامہ گنت کار

یہاں برنامہ گنت کار 16 (سولہ) ہٹ ہے ہلہذا یہ

$$\text{گنتکار ہرنامہ} = 0000 \ 0000 \ 0000 \ 0000$$

تا

$$\text{گنتکار ہرنامہ} = 1111 \ 1111 \ 1111 \ 1111$$

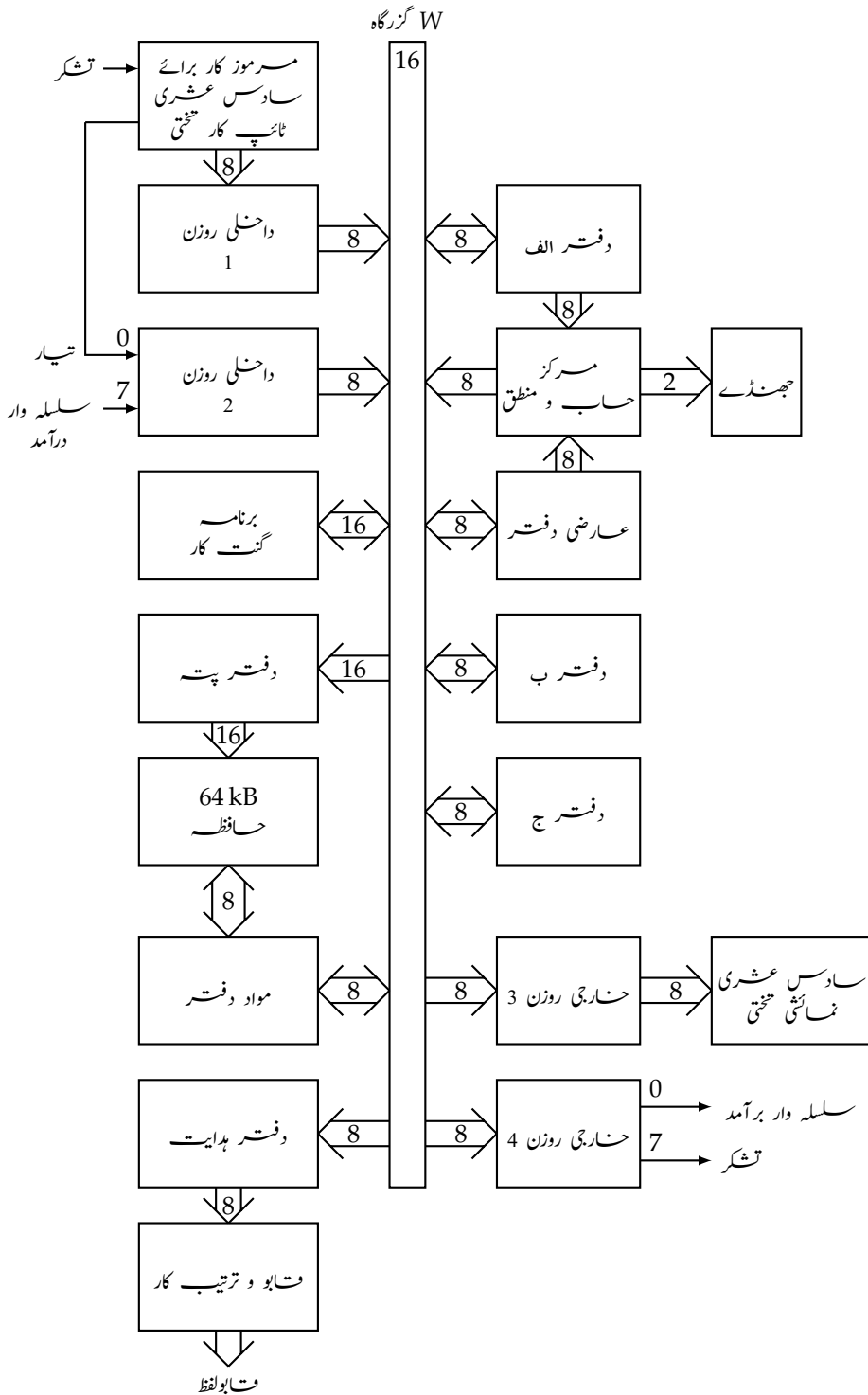
گن سکتا ہے، جو 0000H تا FFFFH، یا اعشاری 0 تا 65535 کے برابر ہے۔

کمپیوٹر کی ہر دوڑ سے قبل پست CLR اشارہ برنامہ گنتکار کو زبردستی صاف کرتا ہے؛ یوں حافظہ کے مقام 0000H پر موجود ہدایت سے عمل شروع ہوگا۔

### دفتر پست اور حافظہ

بازیابی پھیرے کے دوران، دفتر پست کو برنامہ گنت کار 16 ہٹ پست منراہم کرے گا، جس کے بعد حافظہ کے مطلوبہ مقام سے دو حال ”دفتر پست“ مخاطب ہوگا۔ کمپیوٹر باس میں 0000H تا 07FFH پست 2K پخت

bidirectional<sup>۲</sup>  
keyboard<sup>۳</sup>  
READY<sup>۴</sup>  
serialin<sup>۵</sup>



حافظ استعمال کرتا ہے۔ پخت حافظہ میں موجود برنامے کو **نگراض**<sup>۶</sup> کہتے ہیں۔ برقی طاقت کی مندرجہ ذیل کمپیوٹر کی ابتدائی صورت طے کرنا، ٹائپ کار تختی کے مواد کی تشریح، اور ایسے دیگر کام ”نگران برنامہ“ کی ذمہ داری ہے۔ باقی 62K عارضی حافظہ کے لئے مختص ہے۔ یوں 0800H تا FFFFH پتے عارضی حافظہ کے لئے استعمال ہوں گے۔

### دفتر مواد

حافظہ کے مواد کا دفتر جس کو ہم مختصراً دفتر مواد<sup>۷</sup> کہیں گے آٹھ بٹ مستحکم کار ہے۔ اس کا مخارج عارضی حافظہ سے جڑا ہے۔ یہ دفتر لکھ عمل سے قبل گزرگاہ سے مواد حاصل کرتا ہے، اور پڑھ عمل کے بعد گزرگاہ کو مواد بھیجتا ہے۔

### دفتر ہدایت

کمپیوٹر باکی ہدایات کی تعداد کمپیوٹر الف کی ہدایات کی تعداد سے زیادہ ہے لہذا اس کا دفتر ہدایت 4 بٹ کی بجائے 8 بٹ ہے۔ آٹھ بٹ میں 256 ہدایات سموئے جاسکتے ہیں۔ کمپیوٹر باکے کل 42 ہدایتی رمزیں جنہیں 8 بٹ میں ڈالنا مسئلہ پیش نہیں کریگا۔ آٹھ بٹ ہدایتی رمزا استعمال کرتے ہوئے کمپیوٹر باکی ہدایت کو 8080/8085 کی ہدایت (جو خود آٹھ بٹ ہیں) کے ہم آہنگ رکھا گیا ہے۔ کمپیوٹر باکی تمام ہدایات 8080/8085 کی ہدایت کے عین مطابق ہیں۔

### متابو و ترتیب کار

متابو و ترتیب کار وہ متابو الفاظ یا خنرد ہدایات پیدا کرتا ہے جو کمپیوٹر کے باقی حصوں کو ساتھ چلاتے اور ان سے کام لیتے ہیں۔ کمپیوٹر باکی ہدایات کی تعداد زیادہ ہے لہذا اس کے متابو و ترتیب کار کا دور بھی زیادہ بڑا ہوگا۔ اگرچہ، متابو لفظ بڑا ہوگا، بنیادی تصور میں کوئی مندرجہ ذیل نہیں: ساعت کے اگلے کنارہ چڑھائی پر دفن تر کار د عمل متابو لفظ یا خنرد ہدایت کے تحت ہوگا۔

### دفتر الف

دفتر الف کا دو حال مخارج ”مرکز حساب و منطق“ کو جاتا ہے؛ اس کا حال مخارج W گزرگاہ کو جاتا ہے۔ یوں دفتر الف میں موجود 8 بٹ لفظ مسلسل مرکز حساب و منطق کو چلاتا ہے، تاہم یہی لفظ گزرگاہ پر صرف اس وقت ڈالا جاتا ہے جب  $E_A$  فعال ہو۔

### مرکز حساب و منطق اور جھنڈے

معیاری مرکز حساب و منطق<sup>۸</sup> کے مخلوط ادوار عام دستیاب ہیں۔ ان ”مرکز حساب و منطق“ میں عموماً 4 یا اس سے زیادہ متابو بٹ ہوں گے، جو الف اور ب الفاظ پر درکار حسابی اور منطقی عمل تعین کرتے ہیں۔ کمپیوٹر با میں مستعمل مرکز حساب و منطق، حسابی اور منطقی اعمال کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے۔

<sup>۶</sup> monitor

<sup>۷</sup> memory data register

<sup>۸</sup> ALU, arithmetic logic unit

جھنڈا<sup>۹</sup> سے مراد ایک پلٹ کار ہے، جو کمپیوٹر دوڑ کے دوران بدلتے حالات پر نظر رکھتا ہے۔ کمپیوٹر بائیس دو جھنڈے پائے جاتے ہیں۔ کسی ہدایت پر عمل کے دوران دفتر الف کا مواد منفی ہونے کی صورت میں جھنڈا علامت<sup>۱۰</sup> بلند ہوگا۔ دفتر الف کا مواد صفر ہونے پر جھنڈا صفر<sup>۱۱</sup> بلند ہوگا۔

### عارضی دفتر، دفتر ب، اور دفتر ج

دفتر الف کے ساتھ جمع یا اس سے منفی ہونے والا مواد دفتر ب کی بجائے عارضی دفتر میں رکھا جاتا ہے۔ یوں دفتر ب دیگر کام کے لئے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ عارضی دفتر اور دفتر ب کے علاوہ کمپیوٹر بائیس دفتر ج بھی پایا جاتا ہے۔ یوں کمپیوٹر دوڑ کے دوران مواد کی ترسیل میں ہم زیادہ پلکے سے کام لے سکتے ہیں۔

### خارجی روزن

کمپیوٹر بائیس دو خارجی روزن ہیں جنہیں روزن 3 اور روزن 4 کہا گیا ہے۔ دفتر الف کے مواد کو روزن 3 پر لا دیا جاسکتا ہے، جو سادس عشری نمائندگی کو چلاتا ہے۔ یوں ہم نتائج دیکھ سکتے ہیں۔

دفتر الف کا مواد روزن 4 پر بھی ڈالا جاسکتا ہے۔ روزن 4 کا پتہ 7 سادس عشری سر موزکار کو <sup>۱۲</sup>تشر کا اشارہ بھیجتا ہے۔ ”تشر اشارہ“ اور تیار<sup>۱۳</sup> اشارہ مصافحہ<sup>۱۴</sup> کے تصور کا حصہ ہیں، جس پر جلد غور کیا جائے گا۔

روزن 4 کے بٹ 0 پر بھی نظر ڈالیں جو سلسلہ وار خارج<sup>۱۵</sup> اشارے کو ظاہر کرتا ہے۔ ایک مثال میں ہم دفتر الف کے متوازی مواد کو سلسلہ وار خارجی مواد میں تبدیل کریں گے۔

### ۱۳.۳ حافظے سے رجوع کرنے والی راجع ہدایات

کمپیوٹر بائیس پھیلاؤ ہے جو پہلے ہوتا۔  $T_1$  اب بھی پتہ حال،  $T_2$  بڑھوتری حال، اور  $T_3$  حافظہ حال ہے۔ چونکہ بائیس پھیلاؤ میں حافظہ سے دفتر ہدایت میں برنامہ ہدایت ڈالی جاتی ہے لہذا کمپیوٹر بائیس تمام ہدایات حافظہ استعمال کرتی ہیں۔

تاہم تعمیلی پھیلاؤ کے دوران حافظہ سے رجوع بعض اوقات کیا جاتا ہے اور بعض اوقات نہیں کیا جاتا؛ اس کا دار و مدار ہدایت کی نوعیت پر ہے۔ ”راجع ہدایت“ وہ ہدایت ہوگی جو تعمیلی پھیلاؤ کے دوران حافظہ سے رجوع کرے۔

کمپیوٹر بائیس کل 42 ہدایت ہیں۔ ان میں سے راجع ہدایات پر غور کریں۔

flag<sup>۹</sup>  
signflag<sup>۱۰</sup>  
zeroflag<sup>۱۱</sup>  
ACKNOWLEDGE<sup>۱۲</sup>  
ready<sup>۱۳</sup>  
handshaking<sup>۱۴</sup>  
serialout<sup>۱۵</sup>

## نقل اور ذخیرہ

”نقل“ کی ہدایت وہی ہے جو پہلے تھی: مخاطب مقام (نشان زد مقام) سے دفتر الف میں حافظے سے مواد ڈالنا۔ مندرجہ فقط اتنا ہے کہ کمپیوٹر باکی رسائی 0000H تا FFFFH معتمات تک ہے۔ مثال کے طور پر، ”نقل 2000H“ سے سراد حافظے کے مقام 2000H سے دفتر الف میں مواد نقل کرنا ہے۔

ہدایت کے مختلف حصوں میں مندرجہ کرنے کے لئے بعض اوقات ہدایت کے پہلے حصے کو ہدایتی رمز<sup>۱۶</sup> جبکہ باقی حصے کو رقم زیر عمل<sup>۱۷</sup> کہتے ہیں۔ یوں ”نقل 2000H“ کی ہدایت میں ”نقل“ کو ہدایتی رمز اور ”2000H“ کو رقم زیر عمل کہیں گے۔ یوں ہدایتی رمز کے دو مختلف معنی لئے جاسکتے ہیں؛ یہ ہدایت کے لئے یا ہدایت کے شنائی رمز کے لئے استعمال کیا جاسکتا ہے۔ اصل معنی متن سے واضح ہوگی۔

”ذخیرہ“ ایک ایسی ہدایت ہے جو دفتر الف کے مواد کو حافظے میں محفوظ کرتی ہے۔ اس ہدایت کو پستہ درکار ہوگا۔ یوں ”ذخیرہ 7FFFH“ کی ہدایت دفتر الف کے مواد کو حافظے میں مقام 7FFFH پر رکھتی ہے۔ اگر

$$8AH = \text{الف}$$

ہو تب ”ذخیرہ 7FFFH“ کی تعمیل مقام 7FFFH پر 8AH لکھے گی۔

## لادق

ہدایت ”لادق“ کہتی ہے دفتر میں متصل (مترب مہیا کردہ) مواد ”لاد“ (جیسا گھوڑے پر بوجھ ”لادنا“ ہوگا)۔ یہ کمپیوٹر سے کہتی ہے کہ ہدایت رمز کے بعد پیش (مترب یا متصل) مواد کو دیے گئے دفتر میں ڈالے۔ ”لاد“ اور ”مترب“ سے اس کا ہدایتی رمز ”لادق“ نکلا ہے۔ ہدایت لادق کو ”لاد مترب“ پڑھیں۔ مثال کے طور پر،

لادق الف ، 37H

کمپیوٹر کو کہتی ہے کہ دفتر الف میں 37H ڈالے۔ اس ہدایت کی تعمیل کے بعد دفتر الف میں درج ذیل شنائی مواد ہوگا۔

$$00110111 = \text{الف}$$

آپ ”لادق“ ہدایت کو دفاتر الف، ب، اور ج کے ساتھ ملا کر استعمال کر سکتے ہو۔ ان ہدایات کی اشکال درج ذیل ہیں۔

لادق الف ، بائٹ

لادق ب ، بائٹ

لادق ج ، بائٹ

opcode<sup>۱۶</sup>  
operand<sup>۱۷</sup>

## جدول ۱۳.۱: کمپیوٹر باکے ہدایتی رموز

ہدایتی رموز	ہدایت	ہدایتی رموز	ہدایت
47	لاد ب ، الف	80	جمع ب
41	لاد ب ، ج	81	جمع ج
4F	لاد ج ، الف	A0	مض ب
48	لاد ج ، ب	A1	مض ج
3E	لادق الف ، ہائٹ	E6	مضق ہائٹ
06	لادق ب ، ہائٹ	CD	طلب پتہ
0E	لادق ج ، ہائٹ	2F	متمم
00	فارغ	3D	گھٹا الف
B0	مج ب	05	گھٹا ب
B1	مج ج	0D	گھٹا ج
F6	مجق ہائٹ	76	رک
D3	برآمد ہائٹ	DB	درآمد ہائٹ
17	گب	3C	پڑھا الف
1F	گد	04	پڑھا ب
C9	لوٹ	0C	پڑھا ج
32	ذخیرہ پتہ	FA	شم پتہ
90	منفی ب	C3	شاخ پتہ
91	منفی ج	C2	شغص پتہ
A8	مبش ب	CA	شص پتہ
A9	مبش ج	3A	نقل پتہ
EE	مبشق ہائٹ	78	لاد الف ، ب
		79	لاد الف ، ج

## ہدایتی رموز

جدول ۱۳.۱ میں کمپیوٹر باک کی تمام ہدایات پیش ہیں۔ (ہدایتی رموز چھوٹا رکھنے کی خاطر اس کا عمل بیان کرنے والے الفاظ جوڑ کر چھوٹا نام پیدا کیا جاتا ہے؛ آپ نے یہ عمل لادق کی ہدایت میں دیکھا۔) یہ 8080/8085 کی ہدایتی رموز ہیں۔ جیسا آپ دیکھ سکتے ہیں ”نقل“ کا ہدایتی رموز 3A ہے، ”ذخیرہ“ کا ہدایتی رموز 32 ہے، وغیرہ۔ باب پڑھتے ہوئے اس جدول سے رجوع کریں۔

مثال ۱۳.۱: دفتر الف میں، 49H دفتر ب میں، 4AH اور دفتر ج میں 4BH ڈالنے کے لئے برنامہ لکھیں؛ اس کے بعد دفتر الف کا مواد حافظہ کے مقام 6285H پر رکھیں۔

حل: ایسا ایک برنامہ درج ذیل ہے۔

لادق الف ، 49H

لادق ب ، 4AH

لادق ج ، 4BH

ذخیرہ 6285H

رک

پہلی تین ہدایات 49H، 4AH اور 4BH بالترتیب دفاتر الف، ب، اور ج میں ڈالتے ہیں۔ ذخیرہ 6285H ہدایت دفتر الف کا مواد حافظہ کے مقام 6285H میں رکھتی ہے۔

□

برنامے کی آخری ہدایت رکھتی ہے جو ہمیشہ کی طرح کمپیوٹر کو مواد کی عمل کاری سے روکتی ہے۔

مثال ۱۳.۲: درج بالا برنامے کا ترجمہ، جدول ۱۳.۱ کی مدد سے، 8080/8085 کی مشینی زبان میں کریں۔ پتہ 2000H سے شروع کریں۔

حل:

پتہ	مواد	علامتی روپ
2000H	3EH	لادق الف ، 49H
2001H	49H	
2002H	06H	لادق ب ، 4AH
2003H	4AH	
2004H	0EH	لادق ج ، 4BH
2005H	4BH	
2006H	32H	ذخیرہ 6285H
2007H	85H	
2008H	62H	
2009H	76H	رک

مشینی زبان کے اس برنامے میں کئی نئے تصور پیش ہیں۔ پہلی ہدایت

لادق الف ، 49A

کا ہدایتی رمز پہلے پتہ پر اور رستم زیر عمل ہائٹ دوسرے پتے پر رکھا گیا ہے۔ تمام 2 ہائٹ ہدایات کے لئے ایسا ہوگا: ہدایتی رمز پہلے دستیاب پتے پر جبکہ رستم زیر عمل ہائٹ اگلے پتے پر رکھا جائے گا۔ درج ذیل ہدایت 3 ہائٹ لمبی ہے (ہدایتی رمز 1 ہائٹ جبکہ رستم زیر عمل مواد 2 ہائٹ ہے)۔

ذخیرہ 6285H

ہدایت ذخیرہ کا ہدایتی رمز 32H ہے۔ یہ ہائٹ پہلے دستیاب پتہ 2006H، پر رکھا گیا ہے۔ اس ہدایت میں دیا گیا پتہ (6285H) دو ہائٹ لمبا ہے۔ زیریں ہائٹ 85H اگلے پتہ (2007H) پر، اور بالا ہائٹ 62H اس سے اگلے پتے (2008H) پر رکھا گیا ہے۔

پتہ 76H کیوں رکھا گیا (یعنی زیریں ہائٹ کے بعد بالا ہائٹ)؟ اولین 8080 میں ایسا کیا گیا۔ اس



(اولین) خسرو عامل کار کے ساتھ ہم آہنگی کی بنا پر 8085 اور دیگر خسرو عامل کار میں یہی طریقہ اختیار کیا گیا۔ یوں زیریں بانٹ زیریں پتے پر، اور بالا بانٹ بالا پتے پر رکھا جاتا ہے۔

آخری ہدایت دی ہے جس کا ہدایتی رمز 76H پتہ 2009H پر رکھا گیا ہے۔

آپ نے دیکھا کہ لادقی ہدایت 2 بانٹ، ذخیرہ ہدایت 3 بانٹ، اور دی ہدایت 1 بانٹ ہے۔ □

## ۱۳.۴ دفتری ہدایات

ہدایتی پھیرے کے دوران راجع ہدایت ایک سے زیادہ مرتبہ حافظے سے رجوع کرتی ہیں، لہذا یہ ہدایات نسبتاً سست رفتار ہیں۔ مزید، کئی مرتبہ ہم چاہتے ہیں کہ حافظے سے گزرے بغیر ایک دفتر سے مواد دوسرے دفتر منتقل ہو۔ آئیں کمپیوٹر باکی ایسی 2 بانٹ ہدایات پر غور کریں جو کم سے کم وقت میں ایک دفتر سے دوسرے دفتر مواد منتقل کرتی ہیں۔

### ۱۳.۴.۱ لاد

ہدایت لاد کو ”لاد“ پڑھیں (جیسا گھوڑے پر بوجھ لادنا)۔ یہ کمپیوٹر سے کہتی ہے کہ ایک دفتر سے مواد دوسرے دفتر منتقل کرے۔ مثال کے طور پر،

لاد الف ، ب

کمپیوٹر سے کہتی ہے کہ دفتر ب سے مواد دفتر الف منتقل کریں۔ یہ عمل غیر متباہ کن ہے، یعنی دفتر ب کا مواد منتقل ہوگا لیکن یہ مواد دفتر ب میں بھی رہے گا۔ مثلاً، درج ذیل صورت میں

$$b = 9DH$$

$$الف = 34H$$

ہدایت لاد الف ، ب کی تعیل کے بعد نتائج درج ذیل ہوں گے۔

$$الف = 9DH$$

$$b = 9DH$$

آپ دفن الف، ب، اور ج کے بیچ مواد کا انتقال کر سکتے ہیں۔ ان ہدایات کی شکل و صورت درج ذیل ہے۔

لاد الف ، ب

لاد الف ، ج

لاد ب ، الف

لاد ب ، ج

لاد ج ، الف

لاد ج ، ب

یہ کمپیوٹر باکی تیز ترین ہدایات ہیں جنہیں محض ایک مشینی پھیرادر کار ہے۔

## ۱۳.۴.۲ جمع اور منفی

ہدایت جمع کہتی ہے دفتر الف کے ساتھ دیے گئے دفتر کا مواد ”جمع“ کر کے نتیجہ دفتر الف میں ڈال۔ مثلاً،

جمع ب

کسپیوٹر سے کہتی ہے دفتر ب کا مواد دفتر الف کے مواد کے ساتھ جمع کر۔ یوں اگر اس ہدایت کی تعمیل سے قبل ان دفاتر میں درج ذیل ہو:

$$02H = \text{ب}$$

$$04H = \text{الف}$$

تب جمع ب کی تعمیل کے بعد ان دفاتر میں درج ذیل ہوگا۔

$$02H = \text{ب}$$

$$06H = \text{الف}$$

دفتر الف میں نتیجہ جبکہ دفتر ب اپنا مواد برقرار رکھتا ہے۔

اسی طرح منفی کہتی ہے دیے گئے دفتر کا مواد دفتر الف سے ”منفی“ کر کے دفتر الف میں نتیجہ رکھ۔ دیے گئے دفتر کا مواد تبدیل نہیں ہوگا۔ منفی ج دفتر ج کا مواد دفتر الف کے مواد سے منفی کر کے نتیجہ دفتر الف میں رکھے گی۔

ہدایات جمع اور منفی کی مختلف شکل و صورتیں درج ذیل ہیں۔

جمع ب

جمع ج

منفی ب

منفی ج

## بڑھا اور گھٹا

بعض اوقات ہم دفتر کا مواد بڑھانا یا گھٹانا چاہتے ہیں۔ بڑھوتری کے لئے ہدایت بڑھا ہے (یہ ہدایت ”بڑھا“ پڑھی جائے گی)؛ یہ کسپیوٹر سے کہتی ہے، دیے گئے دفتر کے مواد میں 1 کا اضافہ کر۔ دفتر کے مواد میں کمی لانے کی ہدایت گھٹا ہے، جو دیے گئے دفتر کے مواد میں 1 کی کمی پیدا کرتی ہے (یہ ہدایت ”گھٹا“ پڑھی جائے گی)۔ ان ہدایات کی مختلف اشکال درج ذیل ہیں۔

بڑھا الف

بڑھا ب

بڑھا ج

گھٹا الف

گھٹا ب

گھٹا ج

یوں اگر دفاتر میں

$$56H = \text{ب}$$

$$8AH = \text{ج}$$

ہو تب بڑھا ب کی تعمیل کے بعد

$$b = 57H$$

اور گھٹا ج کی تعمیل کے بعد درج ذیل ہوگا۔

$$c = 89H$$

مثال ۱۳.۳: اعدادی 23 اور 45 جمع کرنے کی ہدایت لکھیں۔ نتیجہ حافظہ میں مقام 5600H پر رکھیں۔ نتیجے میں 1 کا اضافہ کر کے جواب دفتر میں ڈالیں۔

حل: اعدادی 23 اور 45 کو سادس عشری میں لکھنا ہوگا جو بالترتیب 17H اور 2DH ہیں۔ درج ذیل برنامه اس کام کو سرانجام دے سکتا ہے۔

لادق الف ، 17H

لادق ب ، 2DH

جمع ب

ذخیرہ 5600H

بڑھا الف

لاد ج ، الف

رک

□

مثال ۱۳.۴: ماخذ برنامه<sup>۱۸</sup> کا مشینی زبان میں ترجمہ عموماً کمپیوٹر کے مخصوص برنامه کی مدد سے کیا جاتا ہے جسے مترجم برنامه یا مختصر مترجم<sup>۱۹</sup> کہتے ہیں۔ یہی کام دستی بھی کیا جاسکتا ہے۔ درج بالا ماخذ برنامه کا دستی ترجمہ مشینی زبان میں کریں۔

حل:

<sup>۱۸</sup>sourceprogram  
<sup>۱۹</sup>assembler

پتہ	مواد	علا متی روپ
2000H	3EH	لادق الف ، 17H
2001H	17H	
2002H	06H	لادق ب ، 2DH
2003H	2DH	
2004H	80H	جمع ب
2005H	32H	ذخیرہ 5600H
2006H	00H	
2007H	56H	
2008H	3CH	بڑھا الف
2009H	4FH	لاد ج ، الف
200AH	76H	رک

یاد رہے، جمع، بڑھا، لاد، اور رک ہدایات 1 بانٹ ہیں؛ لادق ہدایات 2 بانٹ، اور ذخیرہ ہدایت 3 بانٹ ہے۔ □

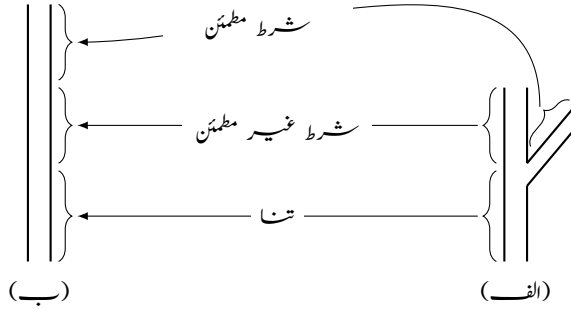
## ۱۳.۵ شاخ اور طبلی ہدایات

کمپیوٹر باکی چار ہدایات ایسی ہیں جو برنامے کی ترتیب تبدیل کر سکتی ہیں۔ دوسرے لفظوں میں، ہمیشہ کی طرح اگلی ہدایت بازیاب کرنے کی بجائے، کمپیوٹر برنامے کے دوسرے حصے پہنچ کر وہاں سے اگلی ہدایت بازیاب کرتا ہے۔ ہم کہتے ہیں کمپیوٹر دوسری شاخ<sup>۲۰</sup> لیتا ہے یا دوسری شاخ پر چیل پڑتا ہے۔

فرض کریں آپ چاہتے ہیں کہ دفتر الف میں صفر 0 ہونے کی صورت میں ایک کام اور غیر صفر ہونے کی صورت میں دوسرا کام سرانجام ہو۔ جس مقام پر کمپیوٹر نے یہ فیصلہ کرنا ہوگا، وہاں برنامے کی دو شاخیں ہوں گی۔ کمپیوٹر کو فیصلہ کرنا ہوگا کہ وہ کس ”شاخ“ پر چلے۔

شکل ۱۳.۳ میں شاخ کا تصور پیش ہے۔ شکل الف میں درخت کے تنے پر چڑھتے ہوئے ایک مقام آتا ہے جہاں آپ نے فیصلہ کرنا ہوگا آیا سیدھ اتنے پر رہتے ہوئے چڑھا جائے یا دائیں شاخ لیا جائے۔ آپ کے ذہن میں کوئی شرط ہوگی۔ اگر یہ شرط مطمئن ہو، آپ دائیں شاخ لیں گے؛ دیگر صورت آپ تنے پر رہتے ہوئے آگے بڑھیں گے۔ شکل ب میں کمپیوٹر کا حافظہ دکھایا گیا ہے جس میں برنامہ رکھنے کا طریقہ واضح کیا گیا ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ شرط غیر مطمئن ہونے کی صورت میں برنامے کا حصہ نچلے تنے سے متصل رکھا جاتا ہے جبکہ شرط مطمئن ہونے پر جو برنامہ بروئے کار لایا جائے گا، تنے کے نچلے حصے سے دور رکھا گیا ہے۔

حافظہ میں ان شاخ کا برنامہ بالا یا دور رکھا جائے گا۔ ملط شرط غیر مطمئن ہونے کی صورت میں متصل برنامے پر عمل ہوگا، جبکہ شرط مطمئن ہونے کی صورت میں دور رکھا گئے برنامے پر عمل ہوگا۔



شکل ۱۳.۳: شاخ کا تصور

## شاخ

نئی شاخ پر چلنے کی ایک ہدایت شاخ ہے؛ یہ کمپیوٹر کو اگلی ہدایت دے گئے پتے سے بازیاب کرنے کو کہتی ہے۔ شاخ ہدایت کے ساتھ پتے ہو گا جو برنامہ گنت کار میں ڈال دیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر،

## شاخ 3000H

کمپیوٹر کو اگلی ہدایت حافظہ کے مقام 3000H سے بازیاب کرنے کو کہتی ہے۔

آئیں اس عمل پر غور کریں۔ فرض کریں، شاخ 3000H مقام 2005H پر موجود ہے (شکل ۱۳.۴-الف دیکھیں)۔ بازیابی پھیرے کے اختتام پر، برنامہ گنت کار میں درج ذیل ہو گا۔

$$2006H = \text{گنتکار برنامہ}$$

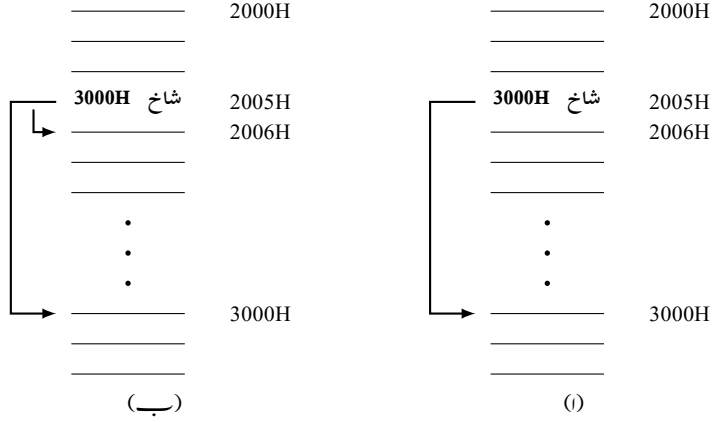
تعمیلی پھیرے کے دوران، شاخ 3000H برنامہ گنت کار میں مطلوب پتہ ڈالتی ہے۔

$$3000H = \text{گنتکار برنامہ}$$

اگلا بازیابی پھیرا، اگلی ہدایت 2006H کی بجائے 3000H سے پڑھے گا (شکل ۱۳.۴-الف دیکھیں)۔

## شم

کمپیوٹر ہامس دو جھنڈے ہیں جنہیں جھنڈا علامتے اور جھنڈا صفر کہتے ہیں۔ بعض ہدایات کی تعمیل کے دوران، دفتر الف کے مواد کو دیکھتے ہوئے یہ جھنڈے بلند یا پست ہوں گے۔ دفتر الف کے مواد کی علامت منفی (-) ہونے کی صورت میں جھنڈا علامت بلند ہو گا؛ دیگر صورت یہ جھنڈا پست ہو گا۔ علامتی طور پر درج ذیل لکھا جائے گا، جہاں S



شکل ۱۳.۴: (i) غیر مشروط شاخ؛ (b) مشروط شاخ

جھنڈا علامت کو ظاہر کرتا ہے۔

$$S = \begin{cases} 0 & A \geq 0 \\ 1 & A < 0 \end{cases}$$

جھنڈا علامت اس وقت تک بلند یا پست رہے گا جب تک کوئی دوسری ہدایت (جو اس جھنڈے کو تبدیل کر سکتی ہو) اسے تبدیل نہ کرے۔

ہدایت شم کہتی ہے، ”منفی صورت میں شاخ“ (منفی کی صورت میں نئی شاخ ہر چپل)؛ کمپیوٹر نامزد پتے پر صرف اس صورت پہنچے گا جب جھنڈا علامت بلند ہو۔ مثال کے طور پر، مندرجہ کریں شم 3000H حافظہ میں 2005H پر موجود ہو۔ اس ہدایت کی بازیابی کے بعد درج ذیل ہوگا۔

$$2006H = \text{گنتکار برنامہ}$$

اگر  $S = 1$  ہو، شم 3000H کی تعمیل برنامہ گنت کار میں 3000H ڈالے گی۔

$$3000H = \text{گنتکار برنامہ}$$

چونکہ برنامہ گنت کار اب 3000H پر نظر جمائے ہوئے ہے لہذا اگلی ہدایت حافظہ کے مقام 3000H سے پڑھی جائے گی۔

اس کے برعکس، اگر  $S = 0$  ہو، شاخ پر چپلنے کا جواز موجود نہیں ہوگا، لہذا برنامہ گنت کار کا مواد تبدیل نہیں ہوگا اور اگلے بازیابی پھیرا میں ہدایت 2006H سے پڑھی جائے گی۔

شکل ۱۳.۴-ب میں دونوں صورتوں کی وضاحت کی گئی ہے۔ اگر منفی کی شرط مطمئن ہو، کمپیوٹر اگلی ہدایت کے لئے  $3000H$  کی شاخ (پر موجود شاخ) لے گا۔ اگر منفی شرط مطمئن نہ ہو، کمپیوٹر شاخ کے بغیر سیدھا گزر کر  $3000H$  کی شاخ لے گا۔

### شخص

دوسرا جھنڈا جو دفتر الف کے مواد سے متاثر ہو ”جھنڈا صفر“ ہے۔ بعض ہدایات کی تعمیل پر دفتر الف کا مواد صفر (0) ہو گا۔ اس واقع کو جھنڈا صفر بلند ہو کر یاد رکھتا ہے؛ اگر دفتر الف کا مواد صفر نہ ہو یہ جھنڈا پست ہو گا۔ علامتی طور پر درج ذیل ہو گا، جہاں  $Z$  جھنڈا صفر کو ظاہر کرتا ہے۔

$$Z = \begin{cases} 0 & A \neq 0 \\ 1 & A = 0 \end{cases}$$

ہدایت شخص کہتی ہے، ”صفر کی صورت میں شاخ“ (اگر دفتر الف میں صفر ہو، اگلی ہدایت کے لئے شاخ کر)؛ کمپیوٹر شاخ پر صرف اس صورت چلے گا جب دفتر الف کا مواد صفر کے برابر ہو۔ فرض کریں، شخص  $3000H$  حافظہ میں مقام  $2005H$  پر موجود ہو۔ اس ہدایت کی تعمیل کے دوران اگر  $Z = 1$  ہو، اگلی ہدایت  $3000H$  سے اٹھائی جائے گی۔ اس کے برعکس، اگر  $Z = 0$  ہو، اگلی ہدایت  $2006H$  سے پڑھی جائے گی۔

### شخص

ہدایت شخص کہتی ہے، ”غیر صفر صورت میں شاخ“۔ یوں شاخ پر اس صورت چلا جائے گا جب جھنڈا صفر پست ہو؛ بلند جھنڈے کی صورت میں شاخ پر نہیں چلا جائے گا۔ فرض کریں شخص  $7800H$  مقام  $2100H$  ہے۔ اگر  $Z = 0$  ہو، اگلی ہدایت  $7800H$  سے اٹھائی جائے گی؛ تاہم  $Z = 1$  کی صورت میں کمپیوٹر شاخ نہیں کرتا اور اگلی ہدایت  $2101H$  سے اٹھائی جائے گی۔

ہدایات شہم، شخص، اور شخص کو مشروط شاخ<sup>۲۲</sup> کہتے ہیں۔ کمپیوٹر صرف اس صورت شاخ کرتا ہے جب کوئی مخصوص شرط مطمئن ہو۔ اس کے برعکس، شاخ غیر مشروط<sup>۲۳</sup> ہے؛ اس ہدایت کی بازیابی کے بعد کمپیوٹر لازماً شاخ کر کے دئے گئے پتے پر پہنچے گا۔

### طلب اور لوٹ

ذیل معمولہ<sup>۲۴</sup> سے مراد ایسا برنامہ ہے جو حافظہ میں اس مقصد سے رکھا جاتا ہے کہ کوئی دوسرا برنامہ اسے استعمال کر سکے۔ سائن، کوسائن، ٹینجٹ، لوگار تھم، جذر، وغیرہ معلوم کرنے کے لئے کئی حشر کمپیوٹر کے ذیلی معمولہ موجود ہیں۔ یہ ذیلی معمولے صارف کو کمپیوٹر کے ساتھ منراہم کیے جاتے ہیں۔

fallthrough<sup>۲۱</sup>  
conditional jumps<sup>۲۲</sup>  
unconditional jump<sup>۲۳</sup>  
subroutine<sup>۲۴</sup>

”ذیلی معمولہ طلب کرنے“ کی ہدایت طلب ہے۔ مطلوب ذیلی معمولہ کا ابتدائی پتہ طلب ہدایت کے ساتھ مندرجہ ذیل ہدایت کیا جاتا ہے۔ مثال کے طور پر، اگر حذر کا ذیلی معمولہ پتہ 5000H سے اور لوگار تھم کا ذیلی معمولہ 6000H سے آغاز کرتا ہو، درج ذیل کی تعمیل

#### طلب 5000H

حذر ذیلی معمولہ کو شاخ کرے گا (ہم کہتے ہیں اختیار حذر ذیلی معمولہ کو دیا جائے گا)۔ اس کے برعکس،

#### طلب 6000H

لوگار تھم کے ذیلی معمولہ کو شاخ کرے گا۔

ہدایت لوٹ سے مسرد واپس ”لوٹن“ ہے۔ ہر ذیلی معمولہ کا اختتام اس ہدایت پر ہوگا، جو کمپیوٹر کو برنامے میں اس مقام پر واپس پہنچنے کو کہتی ہے جہاں سے ذیلی معمولہ طلب کیا گیا۔ ہر ذیلی معمولہ کے اختتام پر اس ہدایت کو شامل کرنا مرتبہ بھولیں، ورنہ کمپیوٹر ذیلی معمولہ کے اختتام پر پہنچ کر واپس جانے کی بجائے اگلے مقام سے ہدایت اٹھا کر بے متابو ہوگا۔

کمپیوٹر با میں طلب کی تعمیل پر برنامہ گنت کار کا مواد (اگلی ہدایت کا پتہ) حافظہ کے آخری دو مقامات FFFEH اور FFFFH پر خود بخود رکھ دیا جاتا ہے۔ اس کے بعد طلب میں دیا گیا پتہ برنامہ گنت کار میں ڈالا جاتا ہے، تاکہ ذیلی معمولہ کی پہلی ہدایت اٹھائی جائے۔ ذیلی معمولہ کے اختتام پر لوٹ ہدایت ہوگی، جو FFFEH اور FFFFH پر رکھا گیا پتہ برنامہ گنت کار میں ڈالتی ہے۔ یوں اصل برنامے کو اختیار لوٹا دیا جاتا ہے۔

شکل ۱۳.۵ میں ذیلی معمولہ کے دوران برنامے کا چیلن پیش ہے۔ طلب 5000H ہدایت کمپیوٹر کو 5000H پر موجود ذیلی معمولہ پر بھیجتی ہے۔ اس ذیلی معمولہ کے اختتام پر لوٹ کمپیوٹر کو طلب کے بعد آنے والی ہدایت پر بھیجتی ہے۔

ہدایت شاخ کی طرح طلب غیر مشروط ہے۔ ہدایتی دفتر میں طلب ہدایت پہنچنے پر کمپیوٹر لازماً ذیلی معمولہ کی پہلی ہدایت کو شاخ کرے گا۔

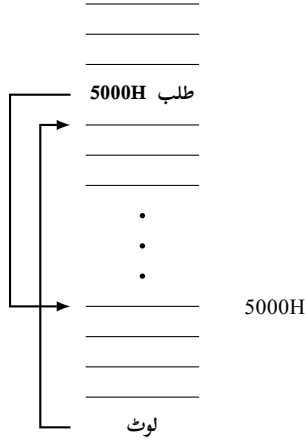
#### جھنڈوں پر مزید معلومات

علامت اور صنف جھنڈا بعض ہدایت کے دوران بلند یا پست ہو سکتے ہیں۔ جدول ۱۳.۲ میں ان ہدایات کی فہرست پیش ہے جو جھنڈوں کو متاثر کر سکتے ہیں۔ یہ ہدایت تعمیلی پھیرے کے دوران دفتر الف استعمال کرتی ہیں۔ اگر ان ہدایات میں سے کسی ایک کی تعمیل کے دوران دفتر الف کا مواد صنف یا منفی ہو، جھنڈا صنف یا جھنڈا علامت بلند ہوگا۔

مثلاً، مندرجہ ذیل ہدایت جمع ج کی تعمیل جاری ہے۔ دفتر ج کا مواد دفتر الف کے مواد کے ساتھ جمع ہو کر دفتر الف میں ڈالا جائے گا۔ اگر دفتر الف کا مواد صنف ہو، جھنڈا صنف بلند ہوگا (جبکہ جھنڈا علامت پست ہوگا)؛ اگر دفتر الف کا مواد منفی ہو، جھنڈا علامت بلند ہوگا (جبکہ جھنڈا صنف پست ہوگا)۔ اگر دفتر الف کا مواد مثبت ہو، دونوں جھنڈے پست ہوں گے۔

اب بڑھا اور گھٹنا ہدایت پر نظر ڈالتے ہیں۔ چونکہ یہ ہدایات دفتر الف کے ساتھ 1 جمع کرتے ہیں یا اس سے 1 منفی کرتے ہیں لہذا یہ ہدایات بھی دونوں جھنڈوں پر اثر انداز ہوں گی۔ مثال کے طور پر، گھٹنا ج کی تعمیل میں، دفتر ج کا مواد





شکل ۵.۱۳: ہدایت طلب

جدول ۲.۱۳: جھنڈوں پر اثر انداز ہونے والی ہدایات۔

ہدایت	متاثر جھنڈے
جمع	Z، S
منفی	Z، S
بڑھا	Z، S
گھٹا	Z، S
مض	Z، S
مج	Z، S
میش	Z، S
مضق	Z، S
مجتق	Z، S
مبشق	Z، S

دستورالف بھیج کر اس سے 1 منفی کر کے نتیجہ (دستورالف کا مواد) واپس دفتر ج بھیج جاتا ہے۔ اگر گھٹا کی تعمیل کے دوران دستورالف کا مواد صفر ہو، جسٹرا صفر بلند ہوگا؛ اگر دستورالف کا مواد منفی ہو، جسٹرا صفر بلند ہوگا۔

مثال ۱۳.۵: درج ذیل برنامے کا دستی ترجمہ مشینی زبان میں کریں۔ پتہ 2000H سے آغاز کریں۔

لادق ج ، 03H

گھٹا ج

شخص 0009H

شاخ 0002H

رک

حل:

پتہ	مواد	علامتی روپ
2000H	0EH	لادق ج ، 03H
2001H	03H	
2002H	0DH	گھٹا ج
2003H	CAH	شخص 2009H
2004H	09H	
2005H	20H	
2006H	C3H	شاخ 2002H
2007H	02H	
2008H	20H	
2009H	76H	رک

□

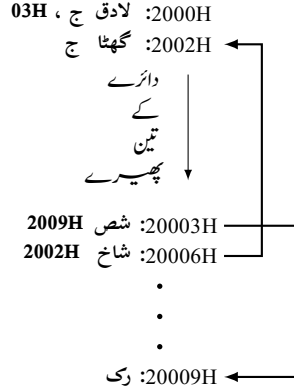
مثال ۱۳.۶: درج بالا برنامہ میں گھٹا ہدایت کی تعمیل کتنی مرتبہ ہوگی؟

حل: شکل ۱۳.۶ میں برنامے کا بہاؤ دکھایا گیا ہے۔ لادق ج ، 03H ہدایت دفتر ج میں 03H ڈالتی ہے۔ گھٹا ج اس مواد کو گھٹا کر 02H کرتی ہے۔ یہ صفر سے زیادہ ہے؛ لہذا جسٹرا صفر پرست ہوگا، اور شخص 2009H ہدایت نظر انداز ہوگی۔ شاخ 2002H ہدایت کمپیوٹر کو واپس گھٹا ج ہدایت پر بھیجتی ہے۔

ہدایت گھٹا ج کی تعمیل دوسری مرتبہ کرنے سے مواد گھٹ کر 01H ہو جائے گا؛ جسٹرا صفر اب بھی پرست ہوگا، اور شخص 2009H نظر انداز ہوگی، اور شاخ 2002H کمپیوٹر کو واپس گھٹا ج پر بھیجے گی۔

تیسری مرتبہ گھٹا ج کی تعمیل مواد کو صفر کرتی ہے لہذا جسٹرا صفر بلند ہوگا، اور شخص 2009H کمپیوٹر کو رک ہدایت پر بھیجے گی۔

برنامے کا وہ حصہ جو دہرایا جائے دائرہ منبر بند دائرہ ۲۵ کہلاتا ہے۔ جیسا شکل ۱۳.۶ میں دکھایا گیا ہے، اس مثال میں ہم دائرہ (گھٹا ج اور شخص 2009H) سے تین مرتبہ گرتے ہیں۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ دائرے سے گزرنے کی تعداد



شکل ۱۳.۶: دائرے پر چلن

اور دفتر ج کی ابتدائی قیمت برابر ہے۔ اگر ہم پہلی ہدایت کو تبدیل کر کے درج ذیل کر دیں

لادق ج ، 07H

کمپیوٹر اس دائرے سے 7 مرتبہ گزرے گا۔ اسی طرح اگر ہم چاہتے ہوں کہ دائرے سے 200 مرتبہ (جو C8H کے برابر ہے) گزرا جائے، پہلی ہدایت درج ذیل ہوگی۔

لادق ج ، C8H

دفتر ج بطور مثال پیش قیمت بھرائی گنت کار کردار ادا کرتا ہے۔ اسی لئے بعض اوقات ہم اسے ”گنت کار“ کہتے ہیں۔ جو نقطہ یاد رکھنے کے قابل ہے، وہ یہ ہے۔ ہم لادق، گھٹا، شص، اور شاخ استعمال کر کے دائرہ پیدا دے سکتے ہیں۔ نامزد دفتر (جو بطور گنت کار کام کرے گا) میں وہ عدد ڈالا جائے گا جتنی مرتبہ دائرے سے گزرنا مقصود ہو۔ اس دائرے میں جو جو ہدایات ڈالی جائیں، ان تمام کی تعمیل اتنی مرتبہ ہوگی جو عدد گنت کار دفتر میں ابتدائی طور ڈالا گیا ہو۔ □

مثال ۱۳.۷: کمپیوٹر خریدتے وقت آپ اس کا نرم افزار<sup>۲۶</sup> (سافٹ ویئر) بھی خریدیں گے۔ ایک برنامہ جو آپ خرید سکتے ہیں مترجم ہے۔ آپ علامتی روپ میں برنامہ لکھ کر مترجم کی مدد اس کا ترجمہ مشینی زبان میں کرتے ہیں۔ دوسرے لفظوں میں، اگر آپ کے پاس مترجم ہو، آپ کو دستی ترجمہ کرنے کی ضرورت نہیں ہوگی؛ کمپیوٹر آپ کے لئے کام کرے گا۔

مثال ۱۳.۵ میں دیا گیا برنامہ مادری زبان کے روپ میں لکھیں۔ سہ نامہ<sup>۲۷</sup> اور تبصرہ<sup>۲۸</sup> شامل کریں۔

<sup>۲۶</sup> software  
<sup>۲۷</sup> label  
<sup>۲۸</sup> comments

حل:

سرنام	ہدایت	تبصرہ
دوبارہ:	لادق ج ، 03H	؛ گنتکار میں اعشاری 3 ڈالیں
	گھٹا ج	؛ گنتکار گھٹائیں
	شخص اختتام	؛ صفر کے لئے پرکھیں
اختتام:	شاخ دوبارہ	؛ دائرے سے دوبارہ گزریں
	رکی	

برنامہ لکھتے وقت ”تبصرہ“ شامل کرنا سودمند ثابت ہوتا ہے۔ اس تبصرے میں آپ اپنا مقصد بیان کرتے ہیں جو بعض اوقات کمپیوٹر کی ہدایت دیکھ کر واضح نہیں ہوگا۔ کئی مہینوں یا کئی برس بعد یہ برنامہ پڑھتے ہوئے یہ تبصرے آپ کو اپنا لکھا ہوا برنامہ سمجھنے میں مدد دیں گے۔ پہلا تبصرہ ہمیں یاد دلاتا ہے کہ ہم دفتر ج کو بطور گنتکار استعمال کرتے ہوئے دائرے سے تین مرتبہ گزرا نا چاہتے ہیں۔ دوسرا تبصرہ کہتا ہے کہ ایک مرتبہ دائرے سے گزرنے پر گنتکار کی گنتی کم کی جاتی ہے۔ تیسرا تبصرہ کہتا ہے کہ ہم جھنڈا صفر کو دیکھ کر شاخ لیں گے۔ چوتھا تبصرہ کہتا ہے کہ دائرے سے دوبارہ گزریں۔

مشینی زبان میں ترجمہ کرتے ہوئے، وقف ناقص (؛) اور اس لکیر پر اس کے بعد جو کچھ ہو، کو مترجم نظر انداز کرتا ہے۔ کیوں؟ وجہ یہ ہے کہ مترجم برنامے اسی طرح لکھے جاتے ہیں۔ وقف ناقص کمپیوٹر کو بتاتا ہے کہ جو کچھ آگے لکھا گیا ہے، برنامہ نویس کے ذاتی استعمال اور یادداشت کے لئے ہے۔

شاخ اور طبلی کے ساتھ ”سرنام“ کا استعمال مددگار ثابت ہوتا ہے۔ کمپیوٹر کی مادری زبان میں برنامہ لکھتے وقت ہم عموماً نہیں جانتے کہ شاخ یا طبلی ہدایت کے ساتھ کیا پتہ شامل کریں۔ اعدادی پتے کی بجائے سرنام استعمال کرنے سے برنامے کا بہاؤ سمجھنا زیادہ آسان ہوگا۔ مترجم ان سرناموں کو دیکھتے ہوئے شاخ اور طبلی ہدایات میں درست پتے شامل کرتا ہے۔

مشال کے طور پر، درج بالا برنامے کو مشینی زبان میں لکھتے ہوئے مترجم شخص کی جگہ اس کا ہدایتی رمز CA (جدول ۱۳.۱ سے رجوع کریں) اور ”اختتام“ کی جگہ وی ہدایت کا پتہ ڈالے گا۔ اسی طرح شاخ کی جگہ مترجم ہدایتی رمز C3 اور ”دوبارہ“ کی جگہ ہدایت گھٹا ج کا پتہ ڈالے گا۔ مترجم تمام ہدایات کو درکار بائٹ گن کر مشینی برنامے میں رکھتا ہے۔ شاخ ہدایات کے پتے حبان پاتا ہے۔

آپ کو صرف اتنا یاد رکھنا ہوگا کہ شاخ اور طبلی ہدایات کے ساتھ استعمال کے لئے آپ کوئی بھی سرنام استعمال کر سکتے ہیں۔ اسی سرنامے کے آخر میں : چسپاں کر کے اس ہدایت کے آگے لکھیں جس پر آپ شاخ کرنا چاہتے ہیں۔ جب مترجم آپ کے برنامے کو پڑھتا ہے یہ نشان (:) مترجم کو خبردار کرتا ہے کہ اس جگہ سرنام مستعمل ہے۔

کمپیوٹر بائیں سرنامے کے لئے ایک تاجیہ علامت (حرف یا ہندسے) استعمال کیے جاسکتے ہیں، تاہم پہلی علامت کا لازماً ایک حرف ہونا ہوگا۔ سرنام کے لئے عموماً معنی خیز الفاظ استعمال کئے جاتے ہیں، تاہم ہندسوں کا استعمال حبان ہے۔ حبان سرناموں کی مشال درج ذیل ہے۔

دوبارہ  
یہاں  
تختہ  
ب 4053  
34م 22

پہلے دوسرے عام الفاظ ہیں؛ تیسرا سرنام ”تختی پڑھ“ کہنا چاہتا ہے؛ چوتھا اور پانچواں سرنام بے معنی ہے، تاہم ان کا استعمال جائز ہے۔ سرنام کی لمبائی پرچھ علامتوں کی پابندی اور پہلی علامت پر حرف ہونے کی پابندی، عام دستیاب مترجم بھی عائد کرتے ہیں۔ □

مثال ۱۳.۸: ایسا برنامہ لکھیں جو عشری 12 اور 8 آپس میں جمع کرے۔

حل:

سرنام	ہدایت	تبصرہ
	لادق الف ، 00H	دفتر الف صاف کریں
	لادق ب ، 0CH	دفتر ب میں اعشاری 12 ڈالیں
	لادق ج ، 08C	گنتکار کو 8 پر رکھیں
دوبارہ:	جمع ب	اعشاری 12 جمع کریں
	گھٹا ج	گنتکار گھٹائیں
	شخص ہو گیا	صفر کے لئے پر رکھیں
	شاخ دوبارہ	دوبارہ دائرے سے گزریں
ہو گیا:	رک	کمپیوٹر روک دیں

برنامے میں کیا گیا تبصرہ ہمیں کم و بیش پوری کہانی بتا پاتا ہے۔ سب سے پہلے ہم دفتر الف کو صاف کرتے ہیں۔ اس کے بعد عشری 12 دفتر ب میں ڈالا جاتا ہے۔ اس کے بعد گنت کار میں 8 ڈال کر تیار کیا جاتا ہے۔ مذکورہ بالا تین ہدایت، دائرے میں داخل ہونے سے قبل، ابتدائی حالت تعین کرتے ہیں۔

دائرے کا آغاز جمع ب کرتی ہے جو دفتر الف کے ساتھ عشری 12 جمع کرتی ہے۔ گنتکار کی گنتی گھٹنا ج گھٹا کر 7 کرتی ہے۔ جھنڈا صفر پرست ہونے کی بدولت اس مرتبہ شخص ہو گیا نظر انداز ہو گا اور کمپیوٹر سیدھا آگے بڑھتے ہوئے شاخ دوبارہ کی تعمیل کر کے جمع ب پہنچے گا۔

چونکہ جمع ب دائرے کے اندر پایا جاتا ہے لہذا اس کی تعمیل 8 مرتبہ ہو گی اور یوں دفتر الف (جو آغاز میں حالی تھ) کے ساتھ 8 مرتبہ 12 جمع ہو گا۔ یہی 8 اور 12 ضرب کرنے سے حاصل ہو گا۔ دائرے کے 8 چکر کاٹنے کے بعد گنتکار میں 0 ہو گا، لہذا جھنڈا صفر بلند ہو گا؛ یوں شخص ہو گیا کی تعمیل ہو گی اور کمپیوٹر دائرے سے نکل کر دی کو شاخ کرے گا۔

چونکہ عشری 12 کو 8 مرتبہ جمع کیا گیا لہذا دفتر الف میں اورج ذیل ہوگا۔

$$12 + 12 + 12 + 12 + 12 + 12 + 12 + 12 = 96$$

عشری 96 سادس عشری 60 کے برابر ہے لہذا دفتر الف میں شنائی 01100000 ہوگا۔ یوں بار بار جمع کرنا ضرب دینے کے مترادف ہے۔ دوسرے لفظوں میں آٹھ مرتبہ 12 اور  $8 \times 12$  برابر ہیں۔

آپ گنت کار میں عشری 12 اور دفتر ب میں 8 ڈال کر بھی ان اعداد کو ضرب کر سکتے ہیں۔

زیادہ تر حند عامل کاروں میں ضرب کرنے کا سختی افزار <sup>۲۹</sup> نہیں پایا جاتا؛ ان میں، کمپیوٹر الف کی طرح، صرف جمع و منفی کار ہوگا۔ یوں، عموماً حند عامل کار استعمال کرتے ہوئے ضرب کرنے کی خاطر آپ کو کسی قسم کا برنامہ (مثلاً بار بار جمع کرنے کا برنامہ) لکھنا ہوگا۔

□

مثال ۱۳.۹: درج بالا برنامہ تبدیل کر کے شخص کی جگہ شخص ہدایت استعمال کریں۔

حل:

سرنامہ	ہدایت	تبصرہ
لادق الف ، 00H	؛ دفتر الف صاف کریں	
لادق ب ، 0CH	؛ دفتر ب میں اعشاری 12 ڈالیں	
لادق ج ، 08C	؛ گنتکار کو 8 پر رکھیں	
دوبارہ:	جمع ب	؛ اعشاری 12 جمع کریں
	گھٹا ج	؛ گنتکار گھٹائیں
	شخص دوبارہ	؛ صفر کے لئے پر رکھیں
	رک	؛ کمپیوٹر روک دیں

یہ برنامہ نسبتاً سادہ ہے۔ اس میں ایک شاخ ہدایت اور ایک سرنامہ کم ہے۔ جب تک گنتکار صفر سے بڑا ہو، شخص کمپیوٹر کو واپس ”دوبارہ“ پر بھیجے گی۔ جب گنتکار صفر ہو جائے، برنامہ شخص سے سیدھا گزر کر دی تک پہنچے گا۔

□

مثال ۱۳.۱۰: درج بالا کا ترجمہ مشینی زبان میں دستی کریں۔ ابتدائی پتہ 2000H رکھیں۔

حل:

پتہ	مواد	علامتی روپ
2000H	3EH	لادق الف ، 00H
2001H	00H	
2002H	06H	لادق ب ، 0CH
2003H	0CH	
2004H	0EH	لادق ج ، 08H
2005H	08H	
2006H	80H	جمع ب
2007H	0DH	گھٹا ج
2008H	C2H	شخص 2006H
2009H	06H	
200AH	20H	
200BH	76H	رکی

اولین تین ہدایات، ضرب شروع ہونے سے قبل، دفناتی کی ابتدائی حالت تعین کرتی ہیں۔ ابتدائی حالت تبدیل کرنے سے ہم دیگر اعداد آپس میں ضرب کر سکتے ہیں۔ □

مثال ۱۱.۱۳: درج بالا برنامے میں ضرب کرنے والے حصے کو ذیلی معمولہ میں تبدیل کر کے پتہ F006H پر رکھیں۔

حل:

پتہ	مواد	علامتی روپ
F006H	80H	جمع ب
F007H	0DH	گھٹا ج
F008H	C2H	شخص F006H
F009H	06H	
F00AH	F0H	
F00BH	C9H	لوٹ

اس طرح سوچیں: ابتدائی حالت تعین کرنے والی ہدایات کا ضرب دینے کے عمل سے کوئی تعلق نہیں۔ یہ صرف ان اعداد سے تعلق رکھتی ہیں جنہیں ضرب کرنا مقصود ہو۔ ذیلی معمولہ صرف اس حصے پر مشتمل ہوگا جس کا ضرب کرنے سے تعلق ہو۔

برنامے کو نئی جگہ منتقل کرتے ہوئے ہم نے 2006H تا 200BH پتوں کو F006H تا F00BH پر نقش کیا۔ ساتھ ہی اسی کی جگہ لوٹ استعمال کیا، تاکہ اصل برنامے کو اختیار منتقل کرنا ممکن ہو۔ □

مثال ۱۲.۱۳: درج بالا ضرب کار ذیلی معمولہ درج ذیل برنامے میں مستعمل ہے۔ یہ برنامہ کیا کرتا ہے؟

لادق الف ، 00H

لادق ب ، 10H

لادق ج ، 0EH

طلب F006H

رک

حل: سادس عشری 10H اعشاری 16 کے برابر، اور سادس عشری 0EH اعشاری 14 کے برابر ہے۔ اولین تین ہدایات دفترالف کو صاف کرتی ہے، دفترب میں عشری 16، اور دفترج میں عشری 14 ڈالتی ہے۔ طلب ہدایت (گزشتہ مثال میں دیے گئے) ضرب کارذیلی معمولہ کو طلب کرتی ہے۔ ضرب کے اختتام پر لوٹ کی تعمیل کے وقت دفترالف میں E0H ہوگا جو عشری 224 کے برابر ہے، جو مطلوبہ جواب ہے۔

مقدار معلوم ۳۰ اس معلومات کو کہتے ہیں جس کی بناذیلی معمولہ صحیح کام کرنے سے متاثر ہوگا۔ پتہ F006H پر رکھے گئے ضرب کارذیلی معمولہ کو، صحیح کام کرنے کے لئے، تین مقدار معلوم (الف، ب، ج) درکار ہیں۔ دفترالف کو صاف کر کے، دفترب میں مضروب، اور دفترج میں ضارب ڈال کر ہم یہ مقدار معلوم ذیلی معمولہ کو مہیا کرتے ہیں۔ دوسرے لفظوں میں ہم  $A = 00H$ ،  $B = 10H$ ، اور  $C = 0EH$  رکھ کر ذیلی معمولہ کو طلب کرتے ہیں۔ ذیلی معمولہ کو معلومات دفاتر کے ذریعہ منراہم کرنے کو ”دفتری مقدار معلوم کی منراہمی“ کہتے ہیں۔ □

## ۱۳.۶ منطقی ہدایات

حندو عامل کار حساب کے علاوہ منطق بھی کر سکتا ہے۔ آئیں کمپیوٹر باکی منطقی ہدایات پر غور کریں۔ یہ ہدایات بھی 8080/8085 کی ہدایات کا ذیلی سلسلہ<sup>۳۱</sup> ہے۔

متمم

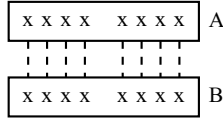
ہدایات متمم کہتی ہے ”دفترالف متمم کر“۔ اس ہدایت کی تعمیل دفترالف کے ہر بٹ کو متمم کر کے دفترالف کا تکملہ 1 پیدا کرتی ہے۔

مض

یہ ہدایت دفترالف اور دیے گئے دفتر کا منطقی ضرب حاصل کر کے نتیجہ دفترالف میں ڈالتی ہے۔ مثال کے طور پر،

مض ب





شکل ۷.۱۳: منطقی ہدایات ہٹ بائٹ عمل کرتی ہیں۔

کہتی ہے دفتر ب اور دفتر الف کے مواد کا منطقی ضرب لے کر نتیجہ دفتر الف میں ڈال۔ منطقی ضرب ہٹ بائٹ حاصل کیا جاتا ہے۔ اگر ان دفتر الف میں درج ذیل ہو

$$\begin{aligned} \text{الف} &= 1100\ 1100 \\ \text{ب} &= 1111\ 0001 \end{aligned}$$

(۱۳.۱)

تب ہدایت کی تعمیل کے بعد دفتر الف میں درج ذیل ہوگا۔

$$\text{الف} = 1100\ 0000$$

یاد رہے، منطقی ضرب ہٹ بائٹ حاصل کیا جاتا ہے (شکل ۷.۱۳ دیکھیں)۔ منطقی ضرب مطابقتی بٹوں کی جوڑیوں کا لیا جاتا ہے: ہٹ ۷ اور ہٹ ۷ کا منطقی ضرب لیا جائے گا، ہٹ ۶ اور ہٹ ۶ کا منطقی ضرب لیا جائے گا، ہٹ ۵ اور ہٹ ۵ کا منطقی ضرب لیا جائے گا، وغیرہ۔ نتیجہ دفتر الف میں ڈالا جائے گا۔ کمپیوٹر بائٹ میں مض کی دو ہدایات ہیں: مض ب اور مض ج جن کے علاوہ متنی رمز جدول ۱۳.۱ میں پیش ہیں۔

مج

یہ ہدایت دفتر الف اور دیے گئے دفتر کا منطقی جمع حاصل کر کے دفتر الف میں ڈالتی ہے۔ کمپیوٹر بائٹ میں مج کی دو ہدایات مج ب اور مج ج ہیں۔ مثال کے طور پر، اگر مساوات ۱۳.۱ دفتر الف اور ب میں دیتی ہو تب

مج ب

کے بعد دفتر الف میں درج ذیل ہوگا۔

$$\text{الف} = 1111\ 1101$$

میش

یہ ہدایت ”دفتر الف کی بلاشرکت جمع“ دیے گئے دفتر کے ساتھ لے کر نتیجہ دفتر الف میں ڈالتی ہے۔ کمپیوٹر بائٹ کے ہدایت کے سلسلہ ۳۲ میں میش ب اور میش ج ہدایات موجود ہیں۔ اگر مساوات ۱۳.۱ دفتر الف اور ب دیتی ہو تب میش ب کی تعمیل کے بعد دفتر الف میں درج ذیل ہوگا۔

$$\text{الف} = 0011\ 1101$$

**مضیق**

کمپیوٹر بائیں متصل منطقی ہدایات بھی موجود ہیں۔ مضیق کہتی ہے ”دفتر الف کا منطقی ضرب متصل (متریبی) بائیں کے ساتھ“ حاصل کر۔ مثال کے طور پر اگر

$$\text{الف} = 0101\ 1110$$

ہو، تب مضیق C7H کی تعمیل

$$0101\ 1110 \quad \text{اور} \quad 1100\ 0111$$

کا منطقی ضرب لے کر نتیجہ دفتر الف میں ڈالے گی، لہذا دفتر الف میں درج ذیل حاصل ہوگا۔

$$\text{الف} = 0100\ 0110$$

**مجیق**

یہ ہدایت ”دفتر الف کا منطقی جمع متصل (متریب) بائیں کے ساتھ“ حاصل کرنے کو کہتی ہے۔ ہدایتی رمز کے بعد دیے گئے بائیں کا منطقی جمع دفتر الف کے ساتھ حاصل کر کے نتیجہ دفتر الف میں ڈالا جائے گا۔ یوں اگر

$$\text{الف} = 0011\ 1000$$

ہو، تب مجیق 5AH کی تعمیل

$$0011\ 1000 \quad \text{اور} \quad 0101\ 1010$$

کا منطقی جمع حاصل کر کے نتیجہ دفتر الف میں ڈالے گی، لہذا دفتر الف میں درج ذیل حاصل ہوگا۔

$$\text{الف} = 0111\ 1010$$

**مبشق**

یہ ہدایت ”متصل (متریب) بائیں کے ساتھ بلا شرکت جمع“ دیتی ہے۔ یوں اگر

$$\text{الف} = 0001\ 1100$$

ہو، تب مبشق D4H کی تعمیل

$$0001\ 1100 \quad \text{اور} \quad 1101\ 0100$$

کا بلا شرکت جمع حاصل کر کے نتیجہ دفتر الف میں ڈالے گی، لہذا دفتر الف میں درج ذیل حاصل ہوگا۔

$$\text{الف} = 1100\ 1000$$

## ۱۳.۷ دیگر ہدایات

اس حصے میں دیگر ہدایات پر غور کیا جائے گا۔

## فارغ

یہ ہدایت کمپیوٹر کو ”فارغ“ رہنے کی ہدایت ہے۔ اس ہدایت کی تعمیل کے دوران تمام  $T$  حال کچھ نہیں کرتے۔ یوں اس ہدایت کے دوران کوئی دفتر متاثر نہیں ہوتا۔

یہ ہدایت وقت ضائع کرنے کے لئے استعمال کی جاتی ہے۔ فارغ ہدایت بازیاب کرنے کے لئے اور اس کی تعمیل میں کل چار  $T$  حال درکار ہوتے ہیں۔ کئی فارغ ملا کر وقتی وقفہ پیدا کیا جاسکتا ہے۔ مثال کے طور پر، فارغ کو ”ڈائری“ میں رکھ کر، اس کی تعمیل 100 مرتبہ کر کے  $400 T$  حال کے برابر وقفہ پیدا کیا جاسکتا ہے۔

## رک

یہ ہدایت، جسے ہم کمپیوٹر الف میں دیکھ چکے، ”کام روکتی“ ہے۔

## درآمد

ہدایت درآمد ”مواد درآمد“ کرتی ہے۔ کمپیوٹر کو یہ ہدایت نامزد روزن سے مواد اٹھانے کو کہتی ہے۔ چونکہ کمپیوٹر بامیں دو روزن موجود ہیں لہذا آپ نے روزن نامزد کرنا ہوگا۔ یوں درج ذیل روزن 2 سے ایک بائٹ دفتر الف میں درآمد کرے گی۔

درآمد 02H

## برآمد

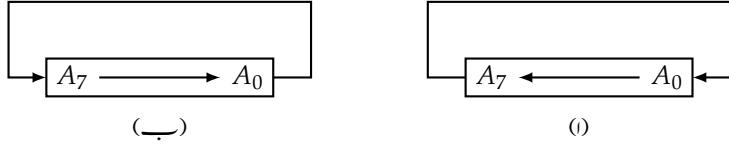
ہدایت برآمد ”مواد برآمد“ کرتی ہے۔ اس ہدایت کی تعمیل پر دفتر الف کا مواد نامزد روزن پر ڈالا جاتا ہے۔ چونکہ حنارجی روزن کو روزن 3 اور روزن 4 کہتے ہیں لہذا آپ کو حنارجی روزن نامزد کرنا ہوگا۔ یوں درج ذیل ہدایت، دفتر الف کا مواد روزن 3 پر ڈالتی ہے۔

برآمد 03H

## گب

یہ ہدایت کہتی ہے ”دفتر الف کو بائیں گھا“۔ یہ ہدایت تمام 8 کو بائیں منتقل کرتے ہوئے بلند تر ترتیبی ہٹ کو کم تر ترتیبی مقام پر ڈالتی ہے (شکل ۱۳.۸- الف دیکھیں)۔ مثال کے طور پر، فرض کریں دفتر الف میں درج ذیل مواد موجود ہے۔

1011 0100 = الف



شکل ۱۳.۸: گھوم ہدایت: (a) گب؛ (ب) گجد

ہدایت گب کی تعمیل کے بعد درج ذیل ہوگا۔

$$\text{الف} = 0110\ 1001$$

آپ دیکھ سکتے ہیں کہ، ہر ہٹ ایک قدم بائیں لیتا ہے اور بلند تر تہی ہٹ گھوم کر کستہ تر تہی ہٹ کا مقام لیتا ہے۔

گجد

یہ ہدایت کہتی ہے ”دفتر الف کو دائیں گھما“۔ اس مرتبہ دفتر الف کے تمام ہٹ ایک قدم دائیں لیتے ہیں اور کستہ تر تہی ہٹ گھوم کر بلند تر تہی ہٹ کے مقام پر جاتا ہے (شکل ۱۳.۸-ب دیکھیں)۔ یوں درج ذیل صورت میں

$$\text{الف} = 1011\ 0100$$

ہدایت گجد کی تعمیل کے بعد درج ذیل ہوگا۔

$$\text{الف} = 0101\ 1010$$

مثال ۱۳.۱۳: ہائٹ میں ہٹوں کی گنتی (کم تر تہی تا بلند تر تہی) 0 تا 7 کی جاتی ہے۔ ایک ہر نام لکھیں جو روزانہ 2 سے ہائٹ لے کر معلوم کرے آیا ہٹ 0 بلند یا پست ہے۔ بلند ہٹ کی صورت میں دفتر الف میں لاطینی حرف Y کا، اور پست ہٹ کی صورت میں N کا ایسی رموز ڈال کر روزانہ 3 سے برآمد کریں۔

حل:

تہیہ	ہدایت	سرنامہ
؛ روزانہ 2 سے ہائٹ لیں	درآمد 02H	
؛ ہٹ 0 علیحدہ کریں	مضق 01H	
؛ بلند ہٹ کی صورت میں شاخ لیں	شغص ہاں	
؛ پست ہٹ کی صورت میں N ہوگا	لادق الف ، 4EH	
؛ اگلی ہدایت نظر انداز کریں	شاخ اختتام	
؛ بلند ہٹ کی صورت میں Y ہوگا	لادق الف ، 59H	ہاں:
؛ روزانہ 3 پر نتیجہ خارج کریں	برآمد 03H	اختتام:
	رک	

روزن 2 سے دفتر الف میں (درج ذیل روپ کا) مواد داخل کیا جاتا ہے۔

$$\text{الف} = A_7 A_6 A_5 A_4 A_3 A_2 A_1 A_0$$

ہدایت مضق 01H میں متصل (متریب) بانٹ درج ذیل ہے

$$0000\ 0001$$

جس کو نتائج ۳۳ کہتے ہیں۔ اس بانٹ میں پست (0) ہٹ، دفتر الف کے مطابق بلندی نقاب پوش کر کے پست کرتے ہیں۔ دوسرے لفظوں میں، مضق 01H کی تعمیل کے بعد دفتر الف میں درج ذیل ہوگا۔

$$\text{الف} = 0000\ 000 A_0$$

اگر  $A_0$  بلند (1) ہو، شخص شاخ کرتے ہوئے لادق الف، 59H کو پہنچے گا؛ جو دفتر الف میں Y کا ایسی رمز 59H ڈالتا ہے۔ اگر  $A_0$  پست ہو، برنامہ لادق الف، 4EH سے سیدھا گزرتے ہوئے، دفتر الف میں N کا ایسی رمز ڈالتا ہے۔

ہدایت برآمد 03H دفتر الف کا مواد روزن 3 سے خارج کرتا ہے۔ یوں شاخ کی تختی پر 59H یا 4EH نظر آئے گا۔ □

مثال ۱۳.۱۳: متوازی خارج کی بجائے ہم روزن 4 سے مواد سلسلہ وار برآمد کرنا چاہتے ہیں۔ مذکورہ بالا برنامے میں تبدیلی پیدا کرتے ہوئے جواب (59H یا 4EH) روزن 4 کے ہٹ 0 سے سلسلہ وار خارج کریں۔  
حل:

سرنام	ہدایت	تبصرہ
	درآمد 02H	
	مضق 01H	
	شخص ہاں	
	لادق الف، 4EH	
	شاخ ہو گیا	
ہاں:	لادق الف، 59H	
ہو گیا:	لادق ج، 08H	؛ گنتکار میں 8 ڈالیں
دوبارہ:	برآمد 04H	؛ کمترین تہی ہٹ خارج کریں
	گھٹا ج	؛ اگلی ہٹ تیار کریں
	شخص دوبارہ	؛ گنتکار گھٹائیں
	رک	؛ گنتقی پر نظر رکھیں

مواد کو متوازی سے سلسلہ وار بن کر، ہنٹ  $A_0$  سے پہلے بھیجا جاتا ہے؛ اس کے بعد  $A_1$ ، اور اس کے بعد  $A_2$ ؛ اسی طرح چلتے ہوئے ہنٹ  $A_7$  سب سے آخر میں خارج کیا جاتا ہے۔ □

مثال ۱۳.۱۵: ہر آمد اور درآمد کے دوران حنرد عامل کار اور (اس کے ساتھ جڑے) بیرونی آلے کے بیچ تبادلے (بات چیت) کو مصافحہ<sup>۳۴</sup> کہتے ہیں۔

کمپیوٹر بائیں مصافحہ درج ذیل صورت اختیار کرتا ہے۔ جب آپ شکل ۱۳.۲ کے سادس عشری سرموز کار میں دو اعداد (ایک ہائٹ) داخل کرتے ہیں، یہ مواد روزن 1 میں ڈالا جاتا ہے؛ ساتھ ہی روزن 2 کو بلند ”تیار“ اشارہ بھیجا جاتا ہے۔

داخلی مواد قبول کرنے سے قبل، حنرد عامل کار روزن 2 میں ”تیار“ اشارے کو دیکھتا ہے۔ اگر ”تیار“ اشارہ پست ہو، حنرد عامل کار انتظار کرے گا۔ اگر ”تیار“ بلند ہو، حنرد عامل کار مواد قبول کر کے روزن 1 میں ڈالتا ہے۔ مواد کی ترسیل مکمل ہونے پر حنرد عامل کار، سادس عشری ٹائپ کار کے سرموز کار کو ”تشکر“ اشارہ بھیجتا ہے؛ جس کی بدولت ”تیار“ ہنٹ پست کر دیا جائے گا۔ ”تشکر“ ہنٹ اس کے بعد پست کر دیا جاتا ہے۔

ٹائپ کار حقیقی پر نیا ہائٹ لکھنے پر یہی عمل دوبارہ کیا جائے گا؛ روزن 2 کو ”تیار“ اشارہ بھیجا جائے گا اور نیا مواد روزن 1 میں ڈالا جائے گا۔

کمپیوٹر بائیں مصافحہ درج ذیل اقدام پر مشتمل ہے۔

۱. ”تیار“ ہنٹ (روزن 2 کا ہنٹ 0) بلند ہوگا۔

۲. حنرد عامل کار کے روزن 1 میں مواد داخل ہوگا۔

۳. ر ”تیار“ ہنٹ پست کرنے کی خاطر ”تشکر“ ہنٹ (روزن 4 کا ہنٹ 7) بلند ہوگا۔

۴. ”تشکر“ ہنٹ پست ہوگا۔

مصافحہ استعمال کر کے روزن 1 سے ایک ہائٹ مواد درآمد کریں۔ اس ہائٹ کو دفتر میں ڈالیں۔

حل:

سرنامہ	ہدایت	تبصرہ
کیفیت:	درآمد 02H	ہر وزن 2 سے بائٹ لیں
مضق 01H		تیار ہٹ کو علیحدہ کریں
شخص کیفیت		تیار نہ ہونے کی صورت میں انتظار کریں
درآمد 01H		ہر وزن 1 میں بائٹ لیں
لا د ب ، الف		دفتر الف سے مواد دفتر ب میں ڈالیں
لا دق الف ، 80H		تشرک کا ہٹ بلند کریں
برآمد 04H		بلند تشرک خارج کریں
لا دق الف ، 00H		تشرک ہٹ پست کریں
برآمد 04H		پست تشرک خارج کریں
رک		

اگر ”تیار“ ہٹ پست ہو مضق 01H کی تعمیل دفتر الف کے مواد کو صفر بنائے گی جس سے جھنڈا صفر بلند ہو گا۔ یوں شخص کیفیت ہدایت واپس دائرے کے آغاز میں درآمد 02H کو شان کرے گی۔ جب تک ”تیار“ ہٹ بلند نہ ہو، کمپیوٹر دائرے میں رہے گا۔

بلند ”تیار“ اشارہ درست مواد کی تصدیق کرتا ہے۔ بلند ”تیار“ ہٹ کی صورت میں برنامہ شخص سے گزر کر درآمد 02H پہنچے گا۔ یوں وزن 1 سے دفتر الف میں بائٹ منتقل ہو گا۔ لا داس بائٹ کو دفتر ب منتقل کرتی ہے۔ ہدایت لا دق الف ، 80H ”تشرک“ ہٹ (ہٹ 7) بلند کرتی ہے۔ برآمد 04H ہدایت بلند ”تشرک“ اشارہ سادس عشری مرموز کار کو بھیجتی ہے، جس کا اندرونی تخت افزار ”تیار“ ہٹ پست کرتا ہے۔ اس کے بعد ”تشرک“ ہٹ پست کیا جاتا ہے تاکہ اگلا ہٹ درآمد کرنا ممکن ہو۔

□

## ۱۳.۸ کمپیوٹر با کا خلاصہ

اس حصے میں کمپیوٹر با کے T حال، جھنڈے، اور پست نشر کرنے کے انداز پر غور کیا جائے گا۔

### T حال

کمپیوٹر با کا تبا و ترتیب کار کا برنامہ متغیر مشینی پھیرے کے لئے ہے۔ یوں بعض ہدایات کی تعمیل باقی ہدایات کی تعمیل سے زیادہ لے گی۔ جیسا آپ کو یاد ہو گا، حشر برنامہ نویسی کا مقصد پختہ حافظہ میں فتباو معمولے ذخیرہ کرنا ہے، جہاں سے انہیں ضرورت کے پیش اٹھایا جاسکتا ہے۔

جدول ۱۳.۳ اور جدول ۱۳.۴ میں ہر ایک ہدایت اور ہدایت کی تعمیل کے لئے درکار T حال کی تعداد پیش ہے (ان ہدایات کو ایک جدول میں اس لئے پیش نہیں کیا گیا چونکہ ایسا جدول ایک صفحہ میں سمویا نہیں جاتا)۔ مثلاً، جمع ب کی تعمیل حار T حال میں ہو گی، مضق باڈٹ کی تعمیل سات میں، اور طلب کی اٹھارہ میں، وغیرہ۔ وقتی استعمال میں T حال کی تعداد حبان ضروری ہو گا۔

دھیان رہے کہ شمر کو درکار T حال کی تعداد 10/7 ہے۔ شان لینے کی صورت میں درکار T حال کی تعداد 10 اور

## جدول ۱۳.۳: کمپیوٹر باک ہدایات کا سلسلہ

ہدایت	ہدایتی رمز	T حال	جھنڈے	انداز پتہ	بائٹ
جمع ب	80	4	Z, S	دفتری	1
جمع ج	81	4	Z, S	دفتری	1
مض ب	A0	4	Z, S	دفتری	1
مض ج	A1	4	Z, S	دفتری	1
مضق بائٹ	E6	7	Z, S	فتریب	2
طلب پتہ	CD	18	کوئی نہیں	فتریب	3
متمم	2F	4	کوئی نہیں	مضمر	1
گھٹا الف	3D	4	Z, S	دفتری	1
گھٹا ب	05	4	Z, S	دفتری	1
گھٹا ج	0D	4	Z, S	دفتری	1
رک	76	5	کوئی نہیں	کوئی نہیں	1
درآمد بائٹ	DB	10	کوئی نہیں	بلا واسطہ	2
بڑھا الف	3C	4	Z, S	دفتری	1
بڑھا ب	04	4	Z, S	دفتری	1
بڑھا ج	0C	4	Z, S	دفتری	1
شم پتہ	FA	10/7	کوئی نہیں	فتریب	3
شاخ پتہ	C3	10	کوئی نہیں	فتریب	3
شخص پتہ	C2	10/7	کوئی نہیں	فتریب	3
شخص پتہ	CA	10/7	کوئی نہیں	فتریب	3
نقل پتہ	3A	13	کوئی نہیں	بلا واسطہ	3

سیدھا گزرنے کی صورت میں 7 ہے۔ یہی تصویر باقی مشروط شاخ ہدایات کے لئے بھی ہے؛ شاخ کی صورت میں درکار T حال کی تعداد 10 اور شاخ نہ لینے کی صورت میں 7 ہوگی۔

## جھنڈے

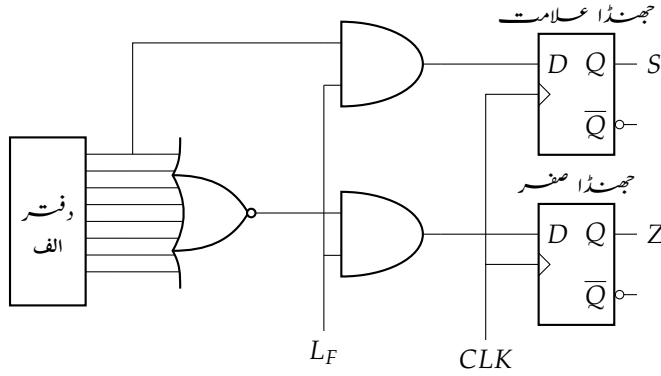
جیسا آپ جانتے ہیں، بعض ہدایات کی تعمیل کے دوران دفتر الف منفی یا صفر ہو سکتا ہے، جس سے بالترتیب جھنڈا منفی اور جھنڈا صفر اثر انداز ہوں گے۔ شکل ۱۳.۹ میں کمپیوٹر باک کے جھنڈے بلند کرنے کے ادوار پیش ہیں۔

دفتر الف کا مواد منفی ہونے کی صورت میں A7 ہٹ 1 ہوگا۔ یہ علامت ہٹ زیریں ضرب گیٹ کو چلاتی ہے۔ جب دفتر کا مواد صفر ہو، تمام ہٹ پتہ ہوں گے، اور جمع متمم گیٹ کا محارج بلند (1) ہوگا۔ اس جمع متمم گیٹ کا محارج بالا ضرب گیٹ کو چلاتا ہے۔ اگر  $L_F$  بلند ہو، جھنڈے ان نتائج کے تحت صورت اختیار کر کے دفتر الف کی علامت اور صفر صورت کا عکس پیش کریں گے۔ یوں دفتر الف کا مواد منفی ہونے کی صورت میں S بلند ہوگا، اور مواد صفر ہونے کی صورت میں Z بلند ہوگا۔



## جدول ۱۳.۴: کمپیوٹر یا کی ہدایات کا سلسلہ

ہدایت	ہدایتی رمز	T حال	جسٹڈے	انداز پتہ	بائٹ
لاد الف ، ب	78	4	کوئی نہیں	دفتری	1
لاد الف ، ج	79	4	کوئی نہیں	دفتری	1
لاد ب ، الف	47	4	کوئی نہیں	دفتری	1
لاد ب ، ج	41	4	کوئی نہیں	دفتری	1
لاد ج ، الف	4F	4	کوئی نہیں	دفتری	1
لاد ج ، ب	48	4	کوئی نہیں	دفتری	1
لادق الف ، بائٹ	3E	7	کوئی نہیں	مقریب	2
لادق ب ، بائٹ	06	7	کوئی نہیں	مقریب	2
لادق ج ، بائٹ	0E	7	کوئی نہیں	مقریب	2
فارغ	00	4	کوئی نہیں	کوئی نہیں	1
میج ب	B0	4	Z, S	دفتری	1
میج ج	B1	4	Z, S	دفتری	1
میجق بائٹ	F6	7	Z, S	مقریب	2
برآمد بائٹ	D3	10	کوئی نہیں	بلا واسطہ	2
گب	17	4	کوئی نہیں	مضمّر	1
گد	1F	4	کوئی نہیں	مضمّر	1
لوٹ	C9	10	کوئی نہیں	مضمّر	1
ذخیرہ پتہ	32	13	کوئی نہیں	بلا واسطہ	3
منفی ب	90	4	Z, S	دفتری	1
منفی ج	91	4	Z, S	دفتری	1
مبش ب	A8	4	Z, S	دفتری	1
مبش ج	A9	4	Z, S	دفتری	1
مبشق بائٹ	EE	7	Z, S	مقریب	2



شکل ۱۳.۹: جھنڈوں کا بلند ہونا۔

ایسا نہیں کہ تمام ہدایات جھنڈوں پر اثر انداز ہوتی ہیں۔ جیسا جدول ۱۳.۳ اور جدول ۱۳.۴ میں دکھایا گیا ہے جمع، مض، مضق، گھٹا، بڑھا، منفی، ہمیش، اور ہمیش وہ ہدایات ہیں جو جھنڈوں پر اثر انداز ہوتی ہیں۔ صرف یہ ہدایات کیوں؟ اس لئے کہ شکل ۱۳.۹ میں  $L_F$  اشارہ صرف اس وقت بلند ہوگا جب ان ہدایات کی تعمیل ہو۔ ان ہدایات کے لئے  $L_F$  ہٹ کی خنر درنامہ نویسی سے یہ ممکن بنایا جاتا ہے۔ دوسرے لفظوں میں، ہٹ پونخت حافظہ میں ہم مذکورہ بالا ہدایات کے لئے  $L_F$  ہٹ بلند رکھتے ہیں، جبکہ باقی ہدایات کے لئے ہم  $L_F$  ہٹ پست رکھتے ہیں۔

### مشروط شاخ

جیسا ذکر کیا گیا، شاخ لینے کی صورت میں مشروط شاخ ہدایات دس  $T$  حال، جبکہ سیدھا گزرنے کی صورت میں سات  $T$  حال لیتے ہیں۔ اس کی وجہ مختصراً درج ذیل ہے۔ تعمیلی پھیرے کے دوران پتہ پونخت حافظہ، کمپیوٹر کو مشروط شاخ کے خنر د معمولہ کی پہلی ہدایت کے پتے پر بھیجتا ہے۔ خنر د معمولہ کا ابتدائی حصہ جھنڈے کو پرکھ کر شاخ لینے یا نہ لینے کا فیصلہ کرتا ہے۔ اگر شاخ لیتا مقصود ہو، خنر د معمولہ کا باقی حصہ زیر عمل آئے گا؛ دیگر صورت خنر د معمولہ کا باقی حصہ رد کیا جاتا ہو اور کمپیوٹر سیدھا گزر کر اگلی ہدایات اٹھاتا ہے۔

### پتہ نشر کرنے کے انداز

کمپیوٹر کی ہدایات مختلف طریقوں سے مواد تک رسائی حاصل کرتی ہیں۔ رستم زیر عمل ہمیں بتاتا ہے کہ مواد تک رسائی کس طرح حاصل کرنی ہے۔ مثال کے طور پر، درج ذیل ہدایات میں مواد کا پتہ خنر اہم کیا گیا ہے۔

نقل پتہ  
ذخیروہ پتہ

یہ بلا واسطہ پتہ کے انداز<sup>۳۵</sup> کی مثال ہیں۔

**متصل یا قریب پتے کا انداز** ۳۶ مندرام کرنے کا انداز اس سے مختلف ہے۔ مواد کا پتہ مندرام کرنے کی بجائے، ہم مواد مندرام کرتے ہیں۔ مثلاً، درج ذیل ہدایت میں درکار بانٹ، حافظہ میں ہدایتی رمز کے فوراً بعد پایا جاتا ہے۔

لادق الف ، بائٹ

جدول ۱۳.۳ اور جدول ۱۳.۴ میں متصل (مترب) پتے کی دیگر ہدایات پیش ہیں۔

درج ذیل ہدایت میں مطلوب مواد، حافظہ کی بجائے دفتر میں پایا جاتا ہے۔ یہ دفتر پتہ انداز ۳۷ کی مثال ہے۔

لاد الف ، ب

دفتری پتے کے انداز میں T حال کی تعداد کم ہے لہذا یہ نہایت چست ہدایت دیتی ہیں۔

**مضمر پتے کے انداز** ۳۸ میں مواد کا پتہ ہدایت کے اندر موجود ہوگا۔ مثال کے طور پر،

گب

کہتی ہے دفتر الف کے بٹ بائیں گھمائیں۔ مواد دفتر الف میں موجود ہے؛ یہی وجہ ہے کہ مضمر پتے کے انداز میں رستم زیر عمل کی ضرورت نہیں ہوگی۔

بائٹ

ہدایت کو حافظہ میں رکھنے کے لئے ایک یا ایک سے زیادہ بانٹ کی جگہ درکار ہوگی۔ کمپیوٹر یا کی ہدایت کو 1، 2، یا 3 بانٹ جگہ چاہیے ہوگی۔ ہر ہدایت کو درکار بانٹ، جدول ۱۳.۳ اور جدول ۱۳.۴ میں ہر بتائے گئے ہیں۔ جیسا آپ دیکھ سکتے ہیں، جمع ہدایت کو 1 بانٹ، مضیق ہدایت کو 2 بانٹ، اور طلب ہدایت کو 3 بانٹ جگہ چاہیے، وغیرہ۔

مثال ۱۶.۱۳: کمپیوٹر یا کی ساعت کا تعدد 1 MHz ہے۔ یوں ایک T حال کا دورانیہ 1 μs ہوگا۔ درج ذیل ذیلی معمولہ کی تعمیل کتنی دیر میں ہوگی؟

سرنامہ	ہدایت	تبصرہ
دوبارہ:	لادق ج ، 46H	؛ گنتکار عشری 70 رکھیں
	گھٹا ج	؛ نیچے شمار کریں
	شغص دوبارہ	؛ گنتی پر رکھیں
	فارغ لوٹ	؛ مسزید وقفہ دیں

**حل:** گنتکار کی ابتدائی قیمت تعین کرنے کی خاطر لادق ہدایت کی تعمیل ایک مرتب کی جاتی ہے۔ ہدایت گھٹا کی تعمیل 70 مرتب ہوگی۔ ہدایت شغص پورے 69 مرتب شاخ لی گی اور ایک مرتب سیدھا

گزرنے دے گی۔ جدول ۱۳.۳ اور جدول ۱۳.۴ میں T حال کی تعداد پیش ہے، جنہیں استعمال کر کے ذیلی معمولہ کی تعمیلی دورانیہ معلوم کرتے ہیں۔

لادق	$1 \times 7 \times 1 \mu s = 7 \mu s$
گھٹا	$70 \times 4 \times 1 \mu s = 280 \mu s$
شغص	$69 \times 10 \times 1 \mu s = 690 \mu s$ (شان لیایا)
شغص	$1 \times 7 \times 1 \mu s = 7 \mu s$ (شان نہیں لیایا)
فارغ	$1 \times 4 \times 1 \mu s = 4 \mu s$
لوٹ	$1 \times 10 \times 1 \mu s = 10 \mu s$

یوں درکار وقت  $998 \mu s = 7 + 280 + 690 + 7 + 4 + 10$  ہوگا، جو تقریباً  $1 \text{ m}$  second کے برابر ہے۔

اس ذیلی معمولہ کو طلب کر کے  $1 \text{ ms}$  کا وقفہ پیدا کیا جاسکتا ہے۔

جدول ۱۳.۳ اور جدول ۱۳.۴ کے تحت اس ذیلی معمولہ میں مستعمل ہدایات کی لمبائی درج ذیل ہے۔

ہدایت	لادق	گھٹا	شغص	فارغ	لوٹ
ہائٹ	2	1	3	1	1

اس معمولہ کی کل لمبائی 8 ہائٹ ہے۔ کمپیوٹر باکے نرم افزار کے طور پر اس معمولہ کا ترجمہ مشینی زبان میں کر کے  $F010H$  تا  $F017H$  پتے پر رکھا جاسکتا ہے۔ ایسا کرنے کے بعد، طلب **F010H** ہمیں  $1 \text{ ms}$  وقفہ دیگا۔ □

مثال ۱۳.۱۷: درج ذیل معمولہ کتنا وقفہ پیدا کرتا ہے؟

سرنام	ہدایت	تیسرہ
لادق ب، 0AH	؛ گنتکار ب عشری 10 ہے	
دائرہ 1:	لادق ج، 47H	؛ گنتکار ج عشری 71 رکھیں
دائرہ 2:	گھٹا ج	؛ ج گھٹائیں
	شغص دائرہ 2	؛ ج صفر ہونے پر نظر رکھیں
	گھٹا ب	؛ ب گھٹائیں
	شغص دائرہ 1	؛ ب صفر ہونے پر نظر رکھیں
	لوٹ	

حل: اس ذیلی معمولہ میں دو دائرے ہیں۔ بیرونی دائرے کو دائرہ 1 کہا گیا ہے؛ اندرونی کو دائرہ 2 کہا گیا ہے۔ اندرونی دائرہ گھٹا ج اور شغص دائرہ 2 ہدایت پر مشتمل ہے۔ اندرونی دائرہ  $991 \mu s$  کا وقفہ پیدا کرتا ہے، جس کی تفصیل ذیل ہے۔

گھٹا	$71 \times 4 \times 1 \mu s = 284 \mu s$
شغص	$70 \times 10 \times 1 \mu s = 700 \mu s$ (شان لیایا)
شغص	$1 \times 7 \times 1 \mu s = 7 \mu s$ (شان نہیں لیایا)

جب گنتکار ج صفر کو پہنچتا ہے، برنامہ شغص دائرہ 2 سے نیچے گرتا ہے؛ گنتکار ب گھٹا ہے اور شغص دائرہ 1 ہدایت، برنامے کو

واپس لادق ج ، 47H بھیجتی ہے۔ ہم دائرہ 2 میں دوسری مرتبہ داخل ہوتے ہیں۔ چونکہ دائرہ 1 کے اندر دائرہ 2 پایا جاتا ہے لہذا دائرہ 2 کی تعمیل 10 مرتبہ ہوگی اور یوں کل وقفہ تقریباً 10 ms پیدا ہوگا۔

پورے ذیلی معمولہ کے حساب کی تفصیل درج ذیل ہے، جو  $10\ 134\ \mu s$  (تقریباً 10 ms) وقفہ دیتا ہے۔

$1 \times 7 \times 1\ \mu s = 7\ \mu s$	لادق ب ، 0AH
$1 \times 7 \times 1\ \mu s = 7\ \mu s$	لادق ج ، 47H
$10 \times 991\ \mu s = 9910\ \mu s$	دائرہ 2
$10 \times 4 \times 1\ \mu s = 40\ \mu s$	گھٹا ب
$9 \times 10 \times 1\ \mu s = 90\ \mu s$	شخص دائرہ 1 (شاخ لیا گیا)
$1 \times 7 \times 1\ \mu s = 7\ \mu s$	شخص دائرہ 1 (شاخ نہیں لیا گیا)
$1 \times 10 \times 1\ \mu s = 10\ \mu s$	لوٹ

اس ذیلی معمولہ کی لمبائی (13 بائٹ) درج ذیل ہے۔

$$2 + 2 + 1 + 3 + 1 + 3 + 1 = 13$$

اس ذیلی معمولہ کا ترجمہ مشینی زبان میں کر کے F020H تا F02CH پتے پر رکھتے ہیں۔ ایسا کرنے کے بعد، طلب F020H ہدایت ہمیں تقریباً 10 ms کا وقفہ دیگی۔

پہلی ہدایت کو تبدیل کر کے درج ذیل بنانے سے گنتکارب میں عشری 100 ڈالاجائے گا۔

لادق ب ، 64H

اندرونی دائرے کی تعمیل 100 مرتبہ ہوگی، اور کل وقفہ تقریباً 100 ms ہوگا۔ اس ذیلی معمولہ کو، جو 100 ms وقفہ دیتا ہے، پتے F030H تا F03CH پر رکھتے ہیں۔

مثال ۱۸.۱۳: درج ذیل ذیلی معمولہ محیط دائروں پر مشتمل ہے جو ایک دوسرے کے اندر رکھے گئے ہیں۔ یہ کتنا وقفہ پیدا کرتا ہے؟  
حل:

جدول ۱۳.۵: کمپیوٹر باک کے ذیلی معمولے

سرنامہ	ابتدائی پتہ	وقفہ	مستعمل دفاتر
وق 1 م	F010H	1 ms	ج
وق 10 م	F020H	10 ms	ب، ج
وق 100 م	F030H	100 ms	ب، ج
وق 1 س	F040H	1 s	الف، ب، ج
وق 10 س	F060H	10 s	الف، ب، ج

سرنامہ	ہدایت	تبصرہ
دائرہ 1	لادق الف ، 0AH	؛ گنتکار الف میں عشری 10 ڈالیں
دائرہ 2:	لادق ب ، 64H	؛ گنتکار ب عشری 100 ہے
دائرہ 3:	لادق ج ، 47H	؛ گنتکار ج عشری 71 رکھیں
دائرہ 3:	گھٹا ج	؛ ج گھٹائیں
	شخص دائرہ 3	؛ ج صفر ہونے پر نظر رکھیں
	گھٹا ب	؛ ب گھٹائیں
	شخص دائرہ 2	؛ ب صفر ہونے پر نظر رکھیں
	گھٹا الف	؛ گنتکار الف گھٹائیں
	شخص دائرہ 1	؛ الف کو صفر کے لئے رکھیں
	لوٹ	

حل: دائرہ 3 سے گزر تقریباً 1 ms میں ہو گی۔ دائرہ 3 سے دائرہ 2 سو مرتبہ گزرتا ہے جو تقریباً 100 ms میں ہو گا۔ دائرہ 2 سے دائرہ 1 پورے دس مرتبہ گزرتا ہے، جو تقریباً ایک سیکنڈ (1 s) لیگا۔ یوں ذیلی معمولہ کل ایک سیکنڈ وقفہ پیدا کرتا ہے۔

کیا آپ دیکھ سکتے ہیں، ہم کہاں جاسے ہیں؟ ہم نے ایک سیکنڈ کا ذیلی معمولہ حاصل کر لیا ہے۔ اس کو F040H تا F052H پتے پر رکھتے ہیں۔ ایک سیکنڈ وقفہ پیدا کرنے کے لئے ہم طلب F040H ہدایت استعمال کریں گے۔

اول ہدایت کو تبدیل کر کے درج ذیل بنانے سے دائرہ 2 سے دائرہ 1 سو مرتبہ گزرتا ہے، جو خود دائرہ 0 سے سو مرتبہ گزرتا ہے۔ حاصل ذیلی معمولہ دس سیکنڈ کا وقفہ دیگا۔

لادق الف ، 64H

اس کو F060H تا F072H پتے پر رکھتے ہیں۔ اس ذیلی معمولہ کو طلب کرنے سے 10 سیکنڈ کا وقفہ حاصل ہو گا۔

جدول ۱۳.۵ میں کمپیوٹر باک کے وقتی دورانیے پیش ہیں۔ انہیں استعمال کر کے 1 ms تا 10 s وقفے حاصل ہوں گے۔

□

مثال ۱۹: چوراہے پر نسب آمد و رفتے بتی ۶۰ گز یوں کی حرکت و تاہ کرتی ہے۔ یہ بتی 50 s کے لئے سبز، 6 s کے لئے پیلی، اور 30 s کے لئے لال رہتی ہے۔ روزن 4 کے پٹ 1، 2، اور 3 بالترتیب سبز، پیلی، اور لال بلب روشن کرنے والے ادوار کو حباتی ہیں۔ اس بتی کو چلانے کے لئے برنامہ لکھیں۔

حل:

سرنام	ہدایت	تبصرہ
دوبارہ:	لادق الف ، 32H	؛ سبز بتی کو چپاس سیکنڈ کا وقفہ درکار ہے
	ذخیرہ حفاظت	؛ گنتکار الف کی موجودہ گنتی حفاظت سے رکھیں
	لادق الف ، 02H	؛ پٹ 1 بلند کر کے سبز بتی منتخب کریں
	برآمد 04H	؛ سبز بتی روشن کریں
دائرہ س:	طلب وق 1س	؛ ایک سیکنڈ ذیلی معمولہ طلب
	نقل حفاظت	؛ گنتکار الف کی موجودہ گنتی اٹھائیں
	گھٹا الف	؛ گنتکار الف گھٹائیں
	ذخیرہ حفاظت	؛ نئی گنتی کی حفاظت کریں
	شغص دائرہ س	؛ سبز بتی روشن رکھیں
	لادق الف ، 06H	؛ پیلی بتی کو چھ سیکنڈ چاہیے
	ذخیرہ حفاظت	
	لادق الف ، 04H	؛ پٹ 2 بلند کر کے پیلی بتی کی نشاندہی کریں
	برآمد 04H	؛ پیلی بتی روشن کریں
دائرہ پ:	طلب وق 1س	
	نقل حفاظت	
	گھٹا A	
	ذخیرہ حفاظت	
	شغص دائرہ پ	
	لادق الف ، 1EH	؛ لال بتی 30 سیکنڈ روشن رہے گی
	ذخیرہ حفاظت	
	لادق الف ، 08H	؛ لال بتی کا انتخاب کریں
	برآمد 04H	؛ لال بتی روشن کریں
دائرہ ل:	طلب وق 1س	
	نقل حفاظت	
	گھٹا الف	
	ذخیرہ حفاظت	
	شغص دائرہ ل	
	شاخ دوبارہ	
حفاظت:	مواد	

آئیں ذیلی معمولہ کے سبز بتی حصہ کو تفصیل سے دیکھیں؛ پیلی بتی اور لال بتی کے حصے بھی اسی طرح ہیں۔ آغاز

لادق الف ، 32H ہدایت سے ہوتا ہے جو عشری 50 گنتکار الف میں ڈالتی ہے۔ دفتر الف دیگر کاموں کے لئے بھی مستعمل ہے لہذا اس میں موجود مواد کو ذخیرہ حفاظت حافظہ میں ”حفاظت“ پتے پر رکھتی ہے۔ ذیلی معمولہ کا آخری مقام ”حفاظت“ کے لئے مختص ہے، جس کی نشاندہی ذیلی معمولہ میں آخری سرنامہ کرتا ہے۔ لادق الف ، 02H دفتر الف کا بائٹ 1 بلند کرتی ہے، جو وزن 4 میں سبزی کے لئے مختص ہے؛ برآمد 04H وزن 4 کے ہٹ 1 کو بلند کرتی ہے، جو بیرونی دور کو سبزی روشن کرنے کا حکم ہے۔

جدول ۱۳.۵ میں ایک سیکنڈ وقفہ کے ذیلی معمولہ کا ابتدائی پتہ F040H دیا گیا ہے۔ یوں ایک سیکنڈ وقفہ پیدا کرنے کے لئے ہم طلب F040H لکھ سکتے ہیں، تاہم سرنامہ استعمال کرتے ہوئے اسی ذیلی معمولہ کو طلب وق 1 لکھ کر طلب کیا جاسکتا ہے۔ ذیلی معمولہ کے ابتدائی مقام کو بمعنی سرنامہ سے منسوب کر کے پتہ کی بجائے استعمال کرنا آسانی پیدا کرتا ہے۔

یوں ہدایت طلب وق 1 میں ایک سیکنڈ وقفہ کے ذیلی معمولہ کو طلب کرتی ہے۔ نقل حفاظت گنتکار میں موجود گنتی ڈالتی ہے جو اس وقت عشری 50 ہوگی۔ گھٹا الف اس گنتی کو گھٹا کر عشری 49 کرتی ہے۔ ذخیرہ حفاظت نئی گنتی (عشری 49) کا تحفظ کرتی ہے۔ اس کے بعد شخص دائرہ (دائرہ سبز چھوٹا کر کے ”دائرہ سبز“ لکھا گیا ہے، تاکہ سرنامہ پر عائد، زیادہ سے زیادہ چھ علامتوں کی شرط مطمئن ہو) مزید ایک سیکنڈ کا وقفہ پیدا کرنے کے لئے واپس طلب وق 1 کو مشغول کرتی ہے۔

ہدایت طلب وق 1س پورا 50 مرتبہ طلب کیا گیا ہے؛ یوں سبزی 50 سیکنڈ روشن رہتی ہے۔ اس کے بعد برنامہ شخص دائرہ سے نیچے گر کر لادق الف ، 06H پہنچتا ہے۔ یہاں سے پہلی بتی بو کرنے سے شروع ہوتا ہے۔ گنتکار الف میں عشری 6 ڈال کر ایک سیکنڈ وقفہ کے ذیلی معمولہ چھ مرتبہ طلب کیا جاتا ہے؛ یوں پہلی بتی 6 سیکنڈ روشن رہے گی۔

پہلی بتی کے بعد لال بتی کی باری آتی ہے۔ لال بتی سے ف نارغ ہونے کے بعد شاخ دوبارہ ہدایت برنامے کو نئے سرے چلاتی ہے۔ یوں بتیاں مسلسل باری باری روشن ہوں گی۔ □

مثال ۱۳.۲۰: مختلف صوتی تعدد پیدا کرنے کے لئے حشر و عامل کار بروئے کار لایا جاسکتا ہے۔ وزن 4 کا ہٹ 5 افراش کار<sup>۲۱</sup> (ایپیلی فائر) کے ساتھ جوڑا گیا ہے۔ امضائش کار نارغ برقی اشارہ مستحکم بناتا ہے بلکہ اس کا محیط بڑھانے کی صلاحیت بھی رکھتا ہے۔ یہ بلند گو<sup>۲۲</sup> کو چلاتا ہے، تاکہ ہم پیدا آواز سن سکیں۔ ایک برنامہ لکھیں جو 261.63 Hz تعدد کی آواز پیدا کرتا ہو۔

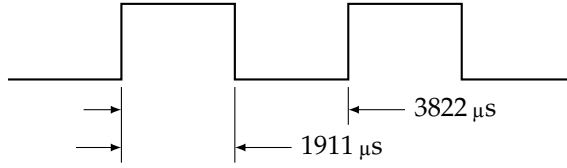
حل: درکار تعدد کا دوری عرصہ معلوم کرتے ہیں۔

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{261.63 \text{ Hz}} = 3822 \mu\text{s}$$

ہم شکل ۱۳.۱۰ میں دکھائے گئے چوکور موج<sup>۲۳</sup> کی طرح اشارہ وزن 4 کے ہٹ 5 پر بھیجیں گے۔ چوکور اشارہ 1911  $\mu\text{s}$

amplifier<sup>۲۱</sup>  
loudspeaker<sup>۲۲</sup>  
squarewave<sup>۲۳</sup>





شکل ۱۰:۱۳: آواز کی چوکور موج۔

کے لئے بلند، اور 1911  $\mu\text{s}$  کے لئے پست ہوگا۔ بلند اور پست حصے ملا کر 3822  $\mu\text{s}$  دیتے ہیں، جو 261.63 Hz تعدد دیگا۔ پیدا کردہ آواز سننا ہونے کی بجائے چوکور ہے، لہذا یہ سریلی نہیں ہوگی۔

درکار برنامہ درج ذیل ہے۔ یاد رہے، روزانہ 4 کے دیگر بٹ کہیں نہیں جوڑے گئے، لہذا ان پر مواد بھیجنا یا نہ بھیجنا ایک برابر ہے۔

سرنامہ	ہدایت	تبصرہ
دائرہ 1:	برآمد 04H	افشارش کار کو اشارہ بھیجیں
	لادق ج، 86H	؛ گنتکار میں عشری 134 ڈالیں
دائرہ 2:	گھٹنا ج	؛ گنتی گھٹائیں
	شخص دائرہ 2	
	متمم	؛ بٹ 5 متمم کریں
	فارغ	؛ بالکل درست دورانہ پیدا کرنے کے لئے
	فارغ	؛ بالکل درست دورانہ پیدا کرنے کے لئے
	شاخ دائرہ 1	موج کا دوسرا حصہ پیدا کریں

ہدایت برآمد 04H روزانہ 4 (یعنی بلند گو) کو دفتر الف کا مواد بھیجتا ہے۔ ہم نہیں جانتے بٹ 5 میں کیا ہوگا، تاہم ہمیں اس سے عنصر نہیں۔ یہ بٹ ضرور بلند یا پست ہوگا۔ لادق گنتکار میں عشری 134 ڈالتی ہے۔ اس کے بعد دائرہ 2 شروع ہوگا، اور گھٹنا اور شخص سے گزر کر متمم کو پہنچ کر 1866  $\mu\text{s}$  وقفہ حاصل ہوگا۔ یہ ہدایت دفتر الف کے تمام بٹ متمم کرتی ہے لہذا بٹ 5 بلند سے پست اور پست سے بلند ہوگا۔ دوسرا دفاع مسل کو مزید 8  $\mu\text{s}$  دیتے ہیں۔ شاخ دائرہ 1 برنامے کو واپس بھیجتی ہے۔ برآمد 04H کی تعمیل بلند گو کو متمم بٹ 5 بھیجتی ہے۔ یوں اگر اس سے قبل بلند گو کو بلند اشارہ دیا گیا تھا تو اب اس کو پست اشارہ ملے گا، اور اگر اس کو پست اشارہ دیا گیا تھا تو اب اس کو بلند اشارہ ملے گا۔ موج کے دونوں نصف حصے ملا کر 3824  $\mu\text{s}$  ہوگا، جو درکار دوری عرصہ کے کافی متعین ہے۔

وقفوں کا حساب درج ذیل ہے۔

$1 \times 10 \times 1 \mu s = 10 \mu s$	برآمد 04H
$1 \times 7 \times 1 \mu s = 7 \mu s$	لادق ج، 86H
$134 \times 4 \times 1 \mu s = 536 \mu s$	گھٹا ج
$133 \times 10 \times 1 \mu s = 1330 \mu s$	شغص دائرہ 2
$1 \times 7 \times 1 \mu s = 7 \mu s$	شغص دائرہ 2
$1 \times 4 \times 1 \mu s = 4 \mu s$	متمم
$1 \times 4 \times 1 \mu s = 4 \mu s$	فارغ
$1 \times 4 \times 1 \mu s = 4 \mu s$	فارغ
$1 \times 10 \times 1 \mu s = 10 \mu s$	شاخ دائرہ 1

□ درج بالا وقفے مل کر  $1912 \mu s$  دیتے ہیں، جو نصف موج کے برابر ہے۔

مثال ۱۳.۲۱: مواد کی سلسلہ وار ترسیل میں بٹوں کا بہاؤ ایک دوسرے کے بعد ہوتا ہے لہذا سلسلہ وار مواد کو بعض اوقات سلسلہ وار مواد کے دھار<sup>۴۴</sup> کہتے ہیں۔ شکل ۱۳.۲ (صفحہ ۳۳۰) میں سلسلہ وار مواد کی دھار سے، روزن 2 کے بٹ 7 پر، مواد کی آمد تقریباً 600 بٹ فی سیکنڈ سے ہوتی ہے۔ ایک برنامہ لکھیں جو سلسلہ وار مواد کی دھار سے آٹھ بٹ حاصل کر کے انہیں حافظہ کے مقام  $2100H$  میں متوازی ذخیرہ کرے۔

حل: فی سیکنڈ 600 بٹ پہنچتے ہیں، لہذا ایک بٹ کا دوری عرصہ درج ذیل ہوگا۔

$$\frac{1}{600} = 1667 \mu s$$

ہم روزن 2 سے بٹ حاصل کر کے، دفتر الف کو دائیں گھما کر، روزن سے دوسرا بٹ لیں گے؛ اسی طرح تمام آٹھ بٹ حاصل کیے جائیں گے۔ درج ذیل برنامہ یہ کام سرانجام دے سکتا ہے۔

سرنامہ	ہدایت	تبصرہ
بٹ:	لا دق ب ، 00H	؛ دفتر ب صاف کریں
	لا دق ج ، 07H	؛ گنتکار میں عشری 7 رکھیں
	درآمد 02H	؛ مواد درآمد کریں
	مضق 80H	؛ بٹ 7 علیحدہ کریں
	مج ب	؛ اس بٹ کو پہلے وصول بٹ کے شامل کریں
	گد	؛ تمام بٹ دائیں گھمائیں
	لا د ب ، الف	؛ دفتر ب میں حاصل بٹ محفوظ کریں
وقفہ:	لا دق الف ، 73H	؛ 1600 $\mu$ S کا وقفہ پیدا کریں
	گھٹا الف	
	شغص وقفہ	
	گھٹا ج	؛ حاصل بٹوں کی تعداد پر نظر رکھیں
	شغص بٹ	
	درآمد 02H	؛ آخری بٹ حاصل کریں
	مضق 80H؛ بٹ 7 علیحدہ کریں	
	مج ب	
	ذخیرہ 2100H	؛ حاصل بائٹ ذخیرہ کریں

پہلی ہدایت دفتر ب صاف کرتی ہے، جس میں حاصل بٹ محفوظ کرائے جائیں گے۔ دوسری ہدایت گنتکار ج میں عشری سات ڈالتی ہے، جو بٹوں کی تعداد گنتا ہے۔ سات بٹ دائرے میں رہ کر حاصل کیے جائیں گے جبکہ آٹھواں دائرے سے باہر حاصل کیا جائے گا۔ درآمد 02H ہدایت روزن 2 سے ایک بائٹ درآمد کرتی ہے، جس سے نقاب 80H ساتواں بٹ (جو درکار سلسلہ وار بٹ ہے) مضق کی تعمیل کے ذریعہ علیحدہ کرتا ہے۔ پہلی مرتبہ مج ب کچھ نہیں کرتی، چونکہ دفتر ب میں صرف 0 بھرے ہیں۔ گد دفتر الف کے بٹ دائیں گھماتی ہے۔ پہلے سات بٹ مواد اکٹھا کرنے کے دوران دفتر الف کا مستر ترتیبی بٹ 0 رہے گا، جو گد کے دوران بلند تر ترتیبی مقام پر منتقل ہوگا؛ یوں پہلے سات بٹ حاصل کرتے ہوئے گد کے بعد دفتر الف کا بلند تر ترتیبی بٹ 0 ہوگا۔ حاصل بٹوں کو لا د ب ، الف محفوظ کرتی ہے۔

ہدایت لا دق الف ، 73H گنتکار میں عشری 115 بھرتی ہے۔ اس کے بعد گھٹا الف اور شغص وقفہ کا دائرہ آتا ہے جو تقریباً 1600  $\mu$ S کا وقفہ پیدا کرتا ہے۔

ہدایت گھٹا ج دفتر گھماتی ہے اور شغص بٹ صفر پر نظر رکھ کر سات بٹ گنتی ہے۔ برنامہ واپس درآمد 02H کو لوٹ کر اگلا بٹ حاصل کرتا ہے۔ مضق بٹ 7 علیحدہ کر کے سلسلہ وار مواد کی دھار سے اگلا بٹ حاصل کرتی ہے، جس کو دفتر ب کے مواد کے ساتھ منطقی جمع کیا جاتا ہے؛ یوں گزشتہ بٹوں کے بائیں جانب، نیا بٹ چپاں کیا جاتا ہے۔ گد کے بعد، اب تک حاصل دو بٹوں کو دفتر ب میں محفوظ کیا جاتا ہے۔ اس کے بعد دوبارہ تقریباً 1600  $\mu$ S کا وقفہ لیا جاتا ہے۔

برنامہ مسلسل اسی طرح چلتے ہوئے 7 بٹ حاصل کرتا ہے۔ ساتواں بٹ کے بعد برنامہ شغص بٹ سے نیچے گرتا ہے۔ آخری چار ہدایات درج ذیل کرتی ہیں۔ درآمد 02H آٹھواں مرتبہ روزن سے مواد درآمد کرتی ہے۔ مضق بٹ 7 علیحدہ

کرتی ہے۔ مچ ب اس ہٹ کو گزشتہ ہٹوں کے بائیں چسپاں کرتی ہے۔ یہاں پہنچ کر دفتر الف میں پورا بائٹ موجود ہو گا۔  
ذخیرہ 2100H اس بائٹ کو حافظہ میں مقام 2100H پر ذخیرہ کرتی ہے۔

اس پورے عمل کی وضاحت ایک ٹھوس مثال سے کرتے ہیں۔ فرض کریں درآمد مواد 57H ہے، جو W کا ایسی رمز ہے۔ کمتر تہی ہٹ سب سے پہلے، اور بلند تر تہی ہٹ سب سے آخر میں حاصل ہو گا۔ مچ ب کی باری باری تعمیل کے بعد دفتر الف میں موجود مواد درج ذیل ہو گا۔

(دائے سے پہلی گزر)	الف = 1000 0000
(دوسری گزر)	الف = 1100 0000
(تیسری گزر)	الف = 1110 0000
(چوتھی گزر)	الف = 0111 0000
(پانچویں گزر)	الف = 1011 1000
(ٹھپٹی گزر)	الف = 0101 1100
(ساتویں گزر)	الف = 1010 1110
(اختتامی مواد)	الف = 0101 0111

□

## سوالات

سوال ۱۳.۱: ایک ماخذ برنامہ لکھیں جو دفتر الف میں عشری 100، دفتر ب میں عشری 150، اور دفتر ج میں عشری 200 ڈالے۔

جواب:

ہدایت

لادق الف ، 64H

لادق ب ، 96H

لادق ج ، C8H

رک

سوال ۱۳.۲: درج بالا ماخذ برنامے کا دستی ترجمہ مشینی زبان میں کریں۔ ابتدائی پتہ 2000H رکھیں۔

سوال ۱۳.۳: ایک ماخذ برنامہ لکھیں جو حافظہ میں مقام 4000H پر عشری 50، مقام 4001H پر عشری 51، اور مقام 4002H پر عشری 52 ذخیرہ کرے۔

جواب:

## ہدایت

لادق الف ، 32H

ذخیرہ 4000H

لادق الف ، 33H

ذخیرہ 4001H

لادق الف ، 34H

ذخیرہ 4002H

رک

سوال ۱۳.۴: درج بالا ماخذ برنامے کا دستی ترجمہ مشینی زبان میں کریں۔

سوال ۱۳.۵: ایسا ماخذ برنامہ لکھیں جو عشری 68 اور عشری 34 جمع کر کے نتیجہ حافظہ میں مقام 5000H پر رکھے۔

جواب:

## ہدایت

لادق الف ، 44H

لادق ب ، 22H

جمع ب

ذخیرہ 5000H

رک

سوال ۱۳.۶: درج بالا ماخذ برنامے کا دستی ترجمہ مشینی زبان میں کریں۔ ابتدائی پتہ 2000H رکھیں۔

سوال ۱۳.۷: درج ذیل برنامے پر غور کریں۔

## سرنامہ

لادق ج ، 78H

گھٹا ج

شخص دائرہ

رک

۱. ہدایت گھٹا ج کی تفصیل کتنی مرتبہ کی جاتی ہے؟ عشری جواب پیش کریں۔

ب. برنامہ کتنے مرتبہ دائرہ پرواپس لوٹتا ہے؟

ج. دائرہ 210 مرتبہ لینے کے لئے برنامے میں کیسے تبدیل کرنی ہوگی؟

جواب: (۱) 120، (ب) 119، (ج) پہلی ہدایت کی جگہ لادق ج ، 22H استعمال کریں۔

سوال ۱۳.۸: درج ذیل میں کون کون سے سرنامے درست ہیں؟

۱. غ 100

ب. باخبر

ج. 5 مرتب

د. دو سہجگہ

ه. م

و. دوبارہ

سوال ۱۳.۹: پتہ F006H پر واقع ضرب کار ذیلی معمولہ بروئے کار لاتے ہوئے عشری 25 اور 7 ضرب کر کے جواب 2000H پر رکھنے کا برنامہ لکھیں۔

جواب:

ہدایت

لادق الف ، 00H

لادق ب ، 19H

لادق ج ، 07H

طلب F006H

ذخیرہ 2000H

رک

سوال ۱۳.۱۰: ایک برنامہ لکھیں جو روزن 1 سے بائٹ لے کر دیکھے آیا بائٹ طاق یا جفت ہے۔ طاق صورت میں روزن 3 پر O کا ایسی رمزاور جفت صورت میں E کا ایسی رمزیجھے۔

سوال ۱۳.۱۱: درج بالا برنامے کو یوں تبدیل کریں کہ جواب سلسلہ وار روزن 4 کے ہٹ 0 پر برآمد کیا جائے۔ (فی سیکنڈ بھیجے گئے ہٹوں کی تعداد جو بھی ہو، متابل مقبول ہوگا۔)

جواب:

سرنامہ

ہدایت

درآمد 01H

مضق 01H

شخص طاق

لادق الف ، 45H

لادق الف ، 4FH

لادق ج ، 08H

برآمد 04H

گد

گھٹا ج

شخص دوبارہ

رک

طاق:

ہو گیا:

دوبارہ:

سوال ۱۳.۱۲: ایک برنامہ لکھیں جو مصنفہ استعمال کرتے ہوئے روزانہ 1 سے ایک بائٹ درآمد کر کے اس کو 4000H پر ذخیرہ کرے۔

سوال ۱۳.۱۳: درج بالا ماخذ برنامے کا دستی ترجمہ کر کے 2000H ابتدائی پتے پر رکھیں۔

جواب:

پتہ	مواد
2000H	DBH
2001H	02H
2002H	E6H
2003H	01H
2004H	CAH
2005H	00H
2006H	20H
2007H	DBH
2008H	01H
2009H	32H
200AH	00H
200BH	40H
200CH	76H

سوال ۱۳.۱۴: ایک ذیلی معمولہ لکھیں جو تقریباً 500  $\mu$ s کا وقفہ دے۔

سوال ۱۳.۱۵: درج بالا ذیلی معمولہ کا دستی ترجمہ کر کے 2000H ابتدائی پتے پر رکھیں۔

جواب:

پتہ	مواد
2000H	0EH
2001H	23H
2002H	0DH
2003H	C2H
2004H	02H
2005H	20H
2006H	C9H

سوال ۱۳.۱۶: کمپیوٹر یا ایک ذیلی معمولہ طلب کر کے تقریباً 35 ms وقفہ پیدا کرنے والا ذیلی معمولہ لکھیں۔ اس کا دستی ترجمہ کر کے ابتدائی پتہ E000H پر رکھیں۔

سوال ۱۳.۱۷: کمپیوٹر یا ایک ذیلی معمولہ بروئے کار لاتے ہوئے تقریباً 50 ms وقفہ پیدا کرنے والا ذیلی معمولہ لکھیں۔ اس کا دستی ترجمہ کر کے پتہ E100H پر رکھیں۔

جواب:

سرنام      ہدایت  
 لادق الف ، 05H  
 طلب F020H      دائرہ:  
 گھٹا الف  
 شخص دائرہ  
 لوٹ

مواد	پتہ
3EH	E100H
05H	E101H
CDH	E102H
20H	E103H
F0H	E104H
3DH	E105H
C2H	E106H
02H	E107H
E1H	E108H
C9H	E109H

سوال ۱۳.۱۸: ہدایت طلب F060H استعمال کر کے ایک منٹ وقفہ پیدا کرنے والا ذیلی معمولہ لکھیں۔

سوال ۱۳.۱۹: درج بالا معمولہ کا دستی ترجمہ کر کے پتہ F080H پر رکھیں۔

جواب:



پت	مواد
F080H	3EH
F081H	06H
F082H	32H
F083H	93H
F084H	F0H
F085H	CDH
F086H	60H
F087H	F0H
F088H	3AH
F089H	93H
F08AH	F0H
F08BH	3DH
F08CH	32H
F08DH	93H
F08EH	F0H
F08FH	C2H
F090H	85H
F091H	F0H
F091H	C9H

سوال ۱۳.۲۰: روزن 4 کے ہٹ 4 پر 523.25 Hz کی آواز پیدا کرنے کے لئے برنامه لکھیں۔

سوال ۱۳.۲۱: درج بالا کا دستی ترجمہ کر کے پتہ 2000H پر رکھیں۔

جواب:

پت	مواد
2000H	D3H
2001H	04H
2002H	0EH
2003H	42H
2004H	0DH
2005H	C2H
2006H	04H
2007H	20H
2008H	2FH
2009H	00H
200AH	C3H
200BH	00H
200CH	20H

# فهرست

- basis,1
- bidirectional,,47329
- binarycodeddecimal(BCD),,73112
- binarysystem,4
- bit,,10213
- boxdiagram,103
- branch,339
- buffer,45
  - activehighnoninverting,46
  - activehigh,inverting,46
  - activelownoninverting,46
  - activelow,inverting,46
- bus
  - control,281
- byte,,10213
- CAD,247
- capacitor,314
- carry,106
  - in,108
  - out,108
- clear
  - input,147
- clock,,147154
- code,72
  - Gray,75
  - uni,73
- codes
  - ascii,73
- combinationallogic,103
- commands,233
- comments,346
- accesstime,213
- ACKNOWLEDGE,332
- active,146
  - high,,118,120146
  - low,,122146
- activelow,220
- adder
  - BCD,114
  - full,108
  - half,,104108
- adder-subtractor,110
  - onebyte,112
- address,117
  - ROM,321
- addressbits,117
- addressfield,290
- addressedlocation,,217281
- addressing
  - direct,361
  - immediate,362
  - implied,362
  - register,362
- adjacentnumbers,264
- ALU,,283331
- amplifier,367
- AND,29
- AND-OR,,6378
- ASIC,246
- assembler,338
- assemblylanguage,,233283
- asynchronous
  - combinationalcircuit,253

- decoder,,116117
  - activelow,122
- delay,249
- demultiplexer,127
- disabled,34
- don'tcare,,97266
- edge
  - falling,142
  - negativegoing,142
  - positivegoing,142
  - rising,,142274
- enabled,34
- fallthrough,342
- false,34
- feedback,144
  - signal,144
- feedbacksignal,,251253
- feedbacksignals,253
- FF
  - D,157
  - T,165
- flag,332
  - sign,332
  - zero,332
- flipflop,141
  - D,negativeedge,157
  - D,positiveedge,157
  - JK,162
  - masterslave,154
  - T,162
- floating,327
- flowtable
  - nonprimitive,258
  - primitive,257
- FPGA,246
- frequency,147
- full-waverectifier,314
- fullstop,286
- fundamentalmode,251
- fuse,225
- complement,17
  - 1's,16
  - 10's,15
  - 2's,15
  - 9's,16
- configure,238
- control,34
- controlROM,321
- controlunit,277
- controlword,281
- counter,141
  - binary,197
  - binary,ripple,199
  - binary,threebit,166
  - binary,serial,167
  - decimal,BCD,202
  - fourbitbinary,down,197
  - fourbitbinary,up,197
  - ring,209
  - ripple,199
  - synchronous,binary,fourbit,202
  - synchronous,threebit,199
  - synchronous,threebitbinary,202
  - variablelength,206
- CPLD,241
- CPLD,complexPLD,246
- CS,chipselect,220
- current
  - inputHIGH,44
  - inputLOW,44
  - outputLOW,44
- cycle,262
  - execution,297
  - fetch,295
  - instruction,304
  - machine,303
- datasheet,,4980
- DeMorgan'slaws,58
- debounce,313
- decimalsystem,1

- negative, 141
- positive, 141
- loop, 345
- loudspeaker, 367
- low, 34
- lowtime, 147
- lowestsignificantdigit, 2
- LSB, 5
- LSI, largescaleintegration, 246
- machinecycle
  - fixed, 322
  - variable, 322
- machinelanguage, 289
- macroinstructions, 306
- mask, 356
- masterslave
  - negativeedge, 154
- matrix
  - control, 316
- maxterms, 65
- Mealy, 176
- memory, 141 213
  - accesstime, 235
  - binarycell, 215
  - RAM, 213
  - ROM, 214
  - unit, 215
- memorydataregister, 331
- memoryreferenceinstructions, 286
- microcontroller, 4
- microinstruction, 305
- microprocessor, 233 286
- microprogram, 305
- minoritycircuit, 136
- mintervals, 61
- monitor, 331
- Moore, 176
- Moore'slaw, 246
- mostsignificantdigit, 2
- MSB, 5
- gate
  - AND, 34
  - NOT, 36
  - OR, 35
  - XNOR, 41
  - XOR, 41
- gates, 34
- glitch, 251
- handshaking, 33 2357
- hardware, 349
- Hertz, 148
- hexadecimal, 7
- high, 34
- hightime, 147
- IC
  - programmer, 226
- IC, integratedcircuit, 47 220
- inactive, 147
- input, 29
- inputoutputunit, 277
- instruction, 233
- instructionfield, 290
- instructionregister, 281
- interfacecircuit, 282
- internet, 80
- jump
  - conditional, 342
  - unconditional, 342
- Karnaughmap, 83
- keyboard, 329
- kilobyte, 217
- label, 346
- language
  - assembly, 283
  - machine, 289
- LED, 283
- logicsystem

source,338  
 programcounter,279  
 programmer,242  
 propagationdelay,142  
 propagationtime,198  
 pulse,148  
 pulsegenerator,210  
 pushbutton,289  
  
 race  
     critical,260  
     non-critical,260  
 racecondition,,151259  
 read,213  
 READY,329  
 register,187  
     output,282  
     parallelload,190  
     shiftleft,189  
     shiftright,189  
 reset  
     input,147  
 ROM  
     EEROM,214  
     UVerasable,214  
  
 sequence  
     detector,177  
 sequentiallogic,103  
 serial  
     in,329  
     out,332  
 serialadder  
     multibit,195  
 serialdatastream,369  
 serialin,194  
 serialout,194  
 set  
     input,147  
     instruction,352  
 sevensegmentdisplay,138  
 shiftregister

multiplexer,129  
 multiplier  
     binary,114  
     parallelbinary,132  
  
 NAND,39  
 NAND-NAND,,6978  
 nestedloops,364  
 nibble,10  
 noise,44  
 noisemargin  
     highstate,44  
     lowstate,44  
 nop,297  
 NOR-NOR,71  
 NOT,31  
  
 octalsystem,3  
 onehotbitassignment,265  
 opcode,,288333  
 operand,,288,289333  
 operation  
     memoryread,281  
 OR,30  
 OR-AND,65  
 oscillate,263  
 oscillator,262  
 OTP,214  
 output,,29194  
  
 PAL,programmablearraylogic,241  
 parameter,351  
 pin,34  
 PLA,programmablelogicarray,241  
 PLD,programmablelogicdevice,241  
 pointer,279  
 port  
     output,282  
 POS,65  
 presettable,321  
 printer,282  
 program,279

- time
  - fall, 142
  - hold, 159
  - setup, 159
- timeperiod, 147 202
- times
  - rise, 142
- timingstates, 292
- trafficlights, 366
- transientstate, 254
- transitiontable, 253
- trigger, 154
- true, 34
- unstablecircuit, 262
- unstablecondition, 251
- VLSI, 159
- VLSI, very largescaleintegration, 246
- voltage
  - inputHIGH, 44
  - inputLOW, 44
  - outputHIGH, 43
  - outputLOW, 43
- weight, 1
- word, 213
- write, 213
- XNOR, 32
- XOR, 31
- universal, 191
- signbit, 23
- signal
  - electrical, 197
  - ready, 332
- signed, 23
- software, 346
- SOP, 62
- spdt, 313
- spike, 321
- squarewave, 367
- SRFF, 143
- SRflipflop
  - activelowinputs, 148
- state, 146
  - address, 293
  - complete, 272
  - counter, 316
  - diagram, 170
  - equation, 168
  - false, 146
  - high, 146
  - highimpedance, 452 17
  - increment, 295
  - low, 146
  - table, 168 169
  - transition, 251
  - tri, 462 77
  - true, 146
  - two, 462 77
- statevariables, 254
- subroutine, 342
- subset, 351
- switch, 226
- synchronous, 147
  - sequentialcircuits, 168
- table
  - boolean, 28
  - flow, 257
  - truth, 28



- آفت اعلا م، 154  
ایس آر، 143  
ٹی، 162، 165  
ج کے، 162  
ڈی، 157  
ڈی، کنڈرہ اترائی لیبلی، 157  
ڈی، کنڈرہ چٹھائی لیبلی، 157  
پنیا، 34  
پھیرا، 262  
بازیابی، 295  
تعمیل، 297  
مشینی، 303  
ہدایتی، 304  
تاخیر، 249  
تبصرہ، 346  
ترتیب  
شنا س، 177  
ترتیبی دور  
غیر معاصر، 253  
ترتیبی منطق، 103  
ترکیبی منطق، 103  
ترکیبی منطق ادوار  
وتابل تفکیک جمع، 241  
وتابل تفکیک ضرب، 241  
وتابل تفکیک ضرب و جمع، 241  
تشکر، 332  
تفکیک، 238  
تعدد، 147  
تکملہ  
اساس منفی ایک، 16  
ایک کا، 16  
دس کا، 15  
دو کا، 15  
نو کا، 16  
تیار، 329  
ٹائپ کار تختی، 329  
شنائی مرموز اعشاریہ، 73  
شنائی مرموز عشری، 112  
شنائی نظام گنتی، 4  
شنائی ہندسہ، 10، 213  
جدول  
یوولین، 28  
ہیساو کا، 257  
صداقت، 28  
منطقی، 28  
حبز و پتہ، 290  
حبز و ہدایت، 290  
جمع  
منطقی، 30  
جمع منفی کار، 110  
ایک بانٹ، 112  
جمع کار  
شنائی سلسلہ وار، 167  
شنائی مرموز عشری، 114  
سلسلہ وار، متعدد دہٹ، 195  
عشری، 114  
مکمل، 108  
نصف، 104، 108  
جمع و ضرب، 65  
جھنڈا، 332  
صنفر، 332  
جھنڈا  
علامت، 332  
چو کور مونج، 367  
حال، 146  
بڑھوتری، 295  
بلند، 146  
بلند رکاوٹی، 45، 217  
پتہ، 293  
پرست، 146  
دو، 46، 277  
سہ، 46، 277  
صادق، 146  
فنا رخ، 297  
کاذب، 146  
گنت کار، 316



- دورانیہ  
 اترائی، 142  
 بلند، 147  
 پست، 147  
 تیاری، 159  
 ٹھیراؤ، 159  
 چڑھائی، 142  
 رد عمل، 198، 142  
 دورانیہ رسائی، 213  
 دوری عرصہ، 202، 147  
 دو طرفہ، 329، 47  
 دھڑکن پیدا کار، 210  
 ڈب شکل، 103  
 ڈی مارگن کلیات، 58  
 ذیلی معمولہ، 342  
 راجع ہدایات، 286  
 رتبہ، 2  
 رستم زیر عمل، 333  
 رموز، 72  
 ایسی، 73  
 علمی، 73  
 گرے، 75  
 ریزہ، 10  
 زبان  
 مادری، 283  
 مشینی، 289  
 زیر عمل، 288  
 سات کلی نائشی خفقی، 138  
 سادس عشری، 7  
 ساعت، 154، 147  
 دھڑکن، 148  
 سخت افزار، 349  
 سرنامہ، 346  
 سلسلہ  
 ذیلی، 351  
 ہدایتی، 352  
 سلسلہ وار  
 مساوات، 168  
 مکمل، 272  
 حاصل، 106  
 حنارجی، 108  
 داخلی، 108  
 حافظہ، 213، 141  
 اکائی، 215  
 پختہ، 214  
 دورانیہ رسائی، 213، 235  
 عارضی، 213  
 حالت  
 ناپائیدار، 251  
 حالت دوڑ، 259، 151  
 حال کا جدول، 169، 168  
 حال کا خاکہ، 170  
 حال کے متغیرات، 254  
 حصہ مکور، 7  
 حنارجی دفتر، 282  
 حنارجی روزانہ، 282  
 ختمہ، 286  
 حنرد برنامہ، 305  
 حنرد عمل کار، 323، 286، 233  
 حنرد فابوکار، 4  
 حنرد ہدایت، 305  
 حنرد وچ، 194  
 دابہ بہتام، 289  
 دخول و حنرد وچ مسرکز، 277  
 دستی  
 ترجمہ، 338  
 دفتر، 187  
 بائیں انتہا، 189  
 دائیں انتہا، 189  
 متوازی بھرائی، 190  
 دفتر مواد، 331  
 دفتر ہدایت، 281  
 دور  
 ملالی، 282  
 دوڑ  
 بحیرانی، 260  
 غنیر بحیرانی، 260

- 194، حنا رچ  
 194، دا حنل  
 332، محنا رچ  
 329، مدا حنل  
 369، سلسلہ وار مواد کی دھار  
 321، سوزن  
 226، سوچ  
 313، ایک قطب دو حپال  
 342، سیدھا گزرنہا  
 339، شاخ  
 342، غیر مشروط  
 342، مشروط  
 7، ششہ بی نظام  
 116، شناخت کار  
 122، پست محبار  
 117، دوباحپار  
 44، شور  
 44، بلند حال گنجائش  
 44، پست حال گنجائش  
 34، صادق  
 7، صحیح  
 ضرب  
 29، منطقی  
 ضرب بعد از جمع، 65  
 ضرب کار  
 114، شنائی  
 132، متوازی شنائی  
 ضرب متمم و ضرب متمم، 78  
 ضرب متمم و ضرب متمم منطقی دور  
 246، وتابل تشکیل  
 ضرب و جمع، 63  
 ضرب و جمع، 78  
 عارضی حافظہ  
 215، اکائی  
 عبوری جدول، 253  
 عبوری حال، 254، 251  
 عشری نظام، 1  
 23، علامت دار  
 23، علامتی ہٹ  
 عمل پیرا  
 118، بلند  
 122، پست  
 97، غیر دلچسپ حال  
 266، غیر ضروری  
 147، غیر فعال  
 غیر فعال کار  
 147، مدا حنل  
 262، غیر مستحکم دور  
 327، غیر وابستہ  
 225، فتیلہ  
 146، فعال  
 فعال کار  
 147، مدا حنل  
 321، وتابل پیش بھرائی  
 وتابل تشکیل  
 246، پیچیدہ ترتیبی دور  
 241، وتابل تشکیل منطقی دور  
 34، وتابو  
 321، وتابو پختہ حافظہ  
 281، وتابو لفظ  
 277، وتابو سرگز  
 وتابل  
 316، وتابو  
 وتانون  
 246، مور  
 34، کاذب  
 83، کارناف نقشہ  
 7، کسری  
 306، کلاں ہدایات  
 217، کلویاٹ  
 247، کمپیوٹر کی مدد سے تیار  
 5، کم تر ترقی ہٹ  
 کم تر ترقی شنائی ہندسہ، 5  
 کم تر ترقی ہندسہ، 2

- کسارہ  
 اترائی، 142  
 چٹھائی، 142، 274  
 مٹ، 142  
 منفی، 142  
 گزرگاہ  
 وٹا، 281  
 گنت کار، 141  
 بے ترتیب، 208  
 تین بٹ، معاصر، 199  
 شنائی، 197  
 شنائی تین ہندی، 166  
 شنائی سر موزاعشاری، 202  
 شنائی، معاصر، چار بٹ، 202  
 چار بٹ شنائی، الٹ، 197  
 چار بٹ شنائی سیدھ، 197  
 چھلا، 209  
 لبریا، 199  
 لبریا، شنائی، 199  
 متغیر لبرائی، 206  
 معاصر، تین بٹ شنائی، 202  
 گیٹ، 34  
 بلا شرکت جمع، 41  
 بلا شرکت جمع متمم، 41  
 جمع، 35  
 ضد بلا شرکت جمع، 41  
 ضد ضرب، 39  
 ضرب، 34  
 ضرب متمم، 39  
 منفی، 36  
 لبرائی، 154  
 لرزش، 251  
 لفظ، 213  
 لکھنا، 213  
 مادری زبان، 233، 283  
 مائیکرو پراسیسر، 233، 323  
 مسترحیم، 338  
 متمم، 17  
 متمم جمع و متمم جمع، 71  
 متمم ضرب و متمم ضرب، 69  
 مجاز، 118، 34  
 بلند، 120  
 مجموعہ ارکان ضرب، 62  
 محیط دائرے، 364  
 محسار، 29  
 محسار طبع معتام، 217، 281  
 مخلوط دور، 47، 220  
 انتہائی وسیع پیمانہ، 246  
 برنامہ نویس، 226  
 خصوصی استعمال، 246  
 وسیع پیمانہ، 159، 246  
 مداح، 29  
 مرتعش، 262  
 مرکز حساب و منطق، 283، 331  
 مستحکم کار، 45  
 بلند عمل پیرا غیر متمم، 46  
 بلند عمل پیرا متمم، 46  
 پست عمل پیرا غیر متمم، 46  
 پست عمل پیرا متمم، 46  
 مشینی پھیلا  
 متغیر، 322  
 مقررہ، 322  
 مشینی زبان، 289  
 مصافحہ، 332، 357  
 معاصر  
 ترتیبی ادوار، 168  
 معذور، 118، 34  
 معلوماتی صفحات، 49، 80  
 متدار معلوم، 351  
 مکمل لبرسٹ کار، 314  
 منتخب کار  
 حصارچی، 127  
 داخلی، 129  
 منطقی ضد بلا شرکت جمع، 32  
 منطقی نظام  
 مثبت، 141  
 منفی، 141

ہدایت، 233  
 ہدایت پڑھ، عمل، 281  
 ہدایت گنت کار، 279  
 ہدایتی رمز، 288، 333  
 ہرگز، 148  
 ہشتمی شائی عدد، 10  
 ہشتمی عدد، 213  
 ہشتمی نظام، 3  
 ہمایہ اعداد، 264  
 ہم عصر، 147

منطقی نفی، 31  
 مور نمونہ، 176  
 موقع پر قابل تفکیک گیت صف، 246  
 میلی نمونہ، 176  
 نرم افزاری، 346  
 نقاب، 356  
 نگران، 331  
 نوری ڈاٹوڈ، 283  
 وزن، 1  
 وقتیہ حال، 292