

عددی ادوار

تخلیق و تجزیہ

خالد حسان یوسفزئی

khalidyou safzai@hotmail.com

۱۴ / نومبر ۲۰۲۳



# عنوان

ix

دیباچہ

xi

میری پہلی کتاب کا دیباچہ

۱	۱	شانی نظام
۱	۱.۱	اعشاری نظام گنتی . . . . .
۳	۲.۱	ہشتمی نظام گنتی . . . . .
۴	۳.۱	شانی نظام گنتی . . . . .
۶	۴.۱	اعشاری نظام سے شانی نظام میں تبادلہ . . . . .
۷	۵.۱	اساس سولہ (سادس عشری) نظام گنتی . . . . .
۹	۶.۱	اساس دو کا اساس آٹھ میں تبادلہ . . . . .
۹	۷.۱	اساس دو کا اساس سولہ میں تبادلہ . . . . .
۹	۸.۱	اساس آٹھ اور اساس سولہ سے اساس دو میں تبادلہ . . . . .
۱۳	۲	بنیادی حساب
۱۳	۱.۲	شانی نظام میں اعداد منفی کرنا . . . . .
۱۵	۲.۲	اسی تکملہ یا $r$ کا تکملہ . . . . .
۱۶	۳.۲	اساس منفی ایک تکملہ یا $(r - 1)$ کا تکملہ . . . . .
۱۷	۴.۲	دو اعداد کی منفی بذریعہ اسی تکملہ . . . . .
۱۹	۵.۲	دو اعداد کی منفی بذریعہ اساس منفی ایک کا تکملہ . . . . .
۲۱	۶.۲	مثبت اور منفی اعداد . . . . .
۲۴	۷.۲	علامت دار و تکملہ نظام . . . . .
۲۹	۳	بوولین الجبرا
۲۹	۱.۳	بوولین الجبرا کے بنیادی تصورات . . . . .
۳۰	۱.۱.۳	منطقی ضرب . . . . .

۳۱	منطقی جمع	۲.۱.۳
۳۳	منطقی نفی	۳.۱.۳
۳۳	منطقی بلا شرکت جمع	۴.۱.۳
۳۴	منطقی ضد بلا شرکت جمع	۵.۱.۳
۳۴	برقی تاروں میں جوڑ کی وضاحت	۲.۳
۳۵	عددی گیٹ	۳.۳
۳۵	ضرب گیٹ	۱.۳.۳
۳۶	جمع گیٹ	۲.۳.۳
۳۷	غنی گیٹ	۳.۳.۳
۳۷	متعدد مداحل گیٹ	۴.۳.۳
۳۹	ضرب متمم گیٹ اور جمع متمم گیٹ	۵.۳.۳
۴۲	بلا شرکت جمع گیٹ اور بلا شرکت جمع متمم گیٹ	۶.۳.۳
۴۴	گیٹوں کے برقی خواص	۴.۳
۴۵	محکم کار	۱.۴.۳
۴۸	مخلوط ادوار	۲.۴.۳
۴۹	یوولین تفاعل کا تخمینہ	۵.۳
۵۰	یوولین تفاعل کا تخمینہ	۱.۵.۳
۵۲	قوسین میں بند یوولین تفاعل	۶.۳
۵۳	یوولین الجبر کے بنیادی قوانین	۷.۳
۵۸	ڈی مارگن کے کلیات	۸.۳
۶۱	جسٹرواں یوولین تفاعل	۹.۳
۶۱	ارکان ضرب کے مجموعہ کی ترکیب	۱۰.۳
۶۴	ارکان جمع کی ترکیب	۱۱.۳
۶۹	مجموعہ ارکان ضرب اور ضرب بعد از جمع کے مابین تبادلہ	۱۲.۳
۶۹	ضرب و جمع دورے متمم ضرب و متمم ضرب دور کا حصول	۱۳.۳
۷۱	جمع و ضرب دورے متمم جمع و متمم جمع دور کا حصول	۱۴.۳
۷۲	علامتی روپ یارموز	۱۵.۳
۷۳	ایک یارموز اور عالمی ریموز	۱.۱۵.۳
۷۳	اعشاری اعداد کے شنائی ریموز	۲.۱۵.۳
۷۵	گرے ریموز	۳.۱۵.۳

۸۱	کارناف نقشہ جات	۴
۸۱	کارناف نقشے کا بنیادی خاکہ	۱.۴
۸۳	کارناف نقشے کی بھرائی	۲.۴
۸۳	کارناف نقشے سے تفاعل کی سادہ مساوات کا حصول	۳.۴
۸۵	دو آزاد متغیر تفاعل	۱.۴.۴
۸۸	تین متغیر تفاعل	۲.۴.۴
۹۱	چار متغیر تفاعل	۳.۴.۴
۹۳	سادہ مساوات سے تفاعل کے ارکان ضرب کا حصول	۴.۴.۴
۹۳	ضرب بعد از جمع کی شکل میں سادہ مساوات	۴.۴

۵.۴ غیر دلچسپ حال ..... ۹۵

۹۷	ترکیبی منطق اور ترکیبی ادوار	۵
۹۷	۱.۵ شنائی جمع کار اور شنائی منفی کار	
۹۸	۱.۱.۵ نصف جمع کار	
۱۰۰	۲.۱.۵ مکمل جمع کار	
۱۰۴	۳.۱.۵ منفی کار	
۱۰۷	۴.۱.۵ اعشاری جمع کار	
۱۰۹	۲.۵ شنائی ضرب کار	
۱۱۰	۳.۵ شناخت کار	
۱۱۷	۴.۵ شناخت کار کی مدد سے تفاعل کا حصول	
۱۲۰	۵.۵ داخلی منتخب کار اور خارجی منتخب کار	
۱۲۰	۱.۵.۵ خارجی منتخب کار	
۱۲۱	۲.۵.۵ داخلی منتخب کار	
۱۲۳	۳.۵.۵ داخلی منتخب کار سے تفاعل کا حصول	
۱۲۵	۶.۵ متوازی شنائی ضرب کار	

۱۳۳	معاصر ترتیبی منطق اور ادوار	۶
۱۳۴	۱.۶ گیٹوں کے اوقات کار	
۱۳۵	۲.۶ پلٹ کار	
۱۳۹	۳.۶ ساعت	
۱۴۰	۴.۶ متمم ضرب گیٹ ایس آر پلٹ کار	
۱۴۱	۱.۴.۶ غیر فعال مداحل پلٹ کار، حال برقرار رکھتا ہے	
۱۴۱	۲.۴.۶ مداحل S فعال کرنے سے پلٹ کار بلند حال اختیار کرتا ہے	
۱۴۲	۳.۴.۶ مداحل $\bar{R}$ فعال کرنے سے پلٹ کار پست حال اختیار کرتا ہے	
۱۴۳	۴.۴.۶ حال دوڑ	
۱۴۳	۵.۶ زیادہ مداحل پلٹ کار	
۱۴۴	۶.۶ متبادل محباز و معذور پلٹ کار	
۱۴۶	۷.۶ آفت اعلا م پلٹ کار	
۱۴۹	۸.۶ ڈی پلٹ کار	
۱۴۹	۱.۸.۶ آفت اعلا م پلٹ کار سے حاصل کردہ ڈی پلٹ کار	
۱۵۱	۹.۶ ڈی پلٹ کار	
۱۵۴	۱۰.۶ جے کے پلٹ کار	
۱۵۷	۱.۱۰.۶ ٹی پلٹ کار	
۱۵۸	۱۱.۶ شنائی گنت کار	
۱۵۹	۱۲.۶ سلسلہ وار شنائی جمع کار	
۱۶۰	۱۳.۶ معاصر ترتیبی ادوار کا تجزیہ	
۱۶۰	۱.۱۳.۶ مساوات حال	
۱۶۱	۲.۱۳.۶ حال کا جدول	
۱۶۲	۳.۱۳.۶ حال کا خاکہ	

۱۶۲	۴.۱۳.۶	ڈی پلٹ کار پر مبنی ترتیبی دور . . . . .
۱۶۳	۵.۱۳.۶	جے کے پلٹ کار پر مبنی ترتیبی دور . . . . .
۱۶۷	۶.۱۳.۶	ٹی پلٹ کار کی مدد سے ترتیبی دور کا جائزہ . . . . .
۱۶۸	۱۴.۶	میلی اور موری نمونہ . . . . .
۱۶۹	۱.۱۴.۶	حال اور ان کی مقرری . . . . .
۱۷۰	۱۵.۶	معاصر ترتیبی ادوار کی بناوٹ . . . . .

۱۷۹	۷	دفتر
۱۸۱	۱.۷	سلسلہ وار دفتر . . . . .
۱۸۱	۱.۱.۷	دائیں انتقال دفتر . . . . .
۱۸۱	۲.۱.۷	بائیں انتقال دفتر . . . . .
۱۸۲	۳.۱.۷	دائیں و بائیں انتقال دفتر . . . . .
۱۸۲	۲.۷	متوازی بھرائی دفتر . . . . .
۱۸۳	۳.۷	عالمگیر انتقال دفتر . . . . .
۱۸۶	۴.۷	سلسلہ وار شنائی جمع کار . . . . .

۱۸۹	۸	گنت کار
۱۸۹	۱.۸	شنائی گنت کار . . . . .
۱۹۱	۲.۸	معاصر گنت کار . . . . .
۱۹۱	۱.۲.۸	معاصر شنائی گنت کار . . . . .
۱۹۴	۲.۲.۸	شنائی سرموز اعشاری معاصر گنت کار . . . . .
۱۹۸	۳.۸	دیگر گنت کار . . . . .
۱۹۸	۱.۳.۸	متغیر لمبائی گنت کار . . . . .
۲۰۰	۲.۳.۸	بے ترتیب گنت کار . . . . .
۲۰۱	۳.۳.۸	چھلانگ گنت کار . . . . .
۲۰۲	۴.۳.۸	دھڑکن پیدا کار . . . . .

۲۰۵	۹	حافظہ
۲۰۶	۱.۹	عارضی حافظہ . . . . .
۲۱۵	۲.۹	پختہ حافظہ . . . . .
۲۱۸	۳.۹	حافظہ کی استعداد بڑھانے کی ترکیب . . . . .
۲۱۸	۱.۳.۹	دو عدد $4 \times 4$ حافظہ سلسلہ وار جوڑ کر ایک عدد $8 \times 4$ حافظہ کا حصول . . . . .
۲۲۱	۲.۳.۹	تین $8 \times 16$ حافظہ سلسلہ وار جوڑ کر ایک $8 \times 48$ حافظہ کا حصول . . . . .
۲۲۵	۳.۳.۹	دو $4 \times 4$ حافظہ متوازی جوڑ کر $8 \times 4$ حافظہ کا حصول . . . . .
۲۲۵	۴.۹	حافظہ کے اوقات کار . . . . .
۲۳۰	۵.۹	پختہ حافظہ سے ترکیبی ادوار کا حصول . . . . .

۲۳۵	۱۰	قابل تفکیک ترکیبی منطقی ادوار
۲۳۶	۱.۰.۱۰	قابل تفکیک ضرب ترکیبی منطقی ادوار . . . . .
۲۳۷	۲.۰.۱۰	قابل تفکیک ضرب و جمع ترکیبی منطقی ادوار . . . . .
۲۴۰	۱.۱۰	قابل تفکیک ترتیبی ادوار . . . . .

۲۴۳	غیر معاصر ترتیبی ادوار	۱۱
۲۴۷	تجزیہ	۱.۱۱
۲۴۷	عبوری جدول	۱.۱.۱۱
۲۵۱	ہساو کا جدول	۲.۱.۱۱
۲۵۳	حالت دوڑ	۳.۱.۱۱
۲۵۶	توازن اور ارتعاش	۴.۱.۱۱
۲۵۸	حالت دوڑ سے پاک شنائی علامتوں کا تقرر	۲.۱۱
۲۶۱	عبوری جدول کی مدد سے پلٹ کا تجزیہ	۳.۱۱
۲۶۱	ایس آر پلٹ	۱.۳.۱۱
۲۶۳	ساعت کے کنارہ پر چلتا ہوا ڈی پلٹ	۲.۳.۱۱
۲۶۹	ایس آر پلٹوں پر مبنی غیر معاصر ادوار کا قدم با قدم تجزیہ	۳.۳.۱۱
۲۷۱	سادہ ترین کمپیوٹر	۱۲
۲۷۱	بناؤٹ	۱.۱۲
۲۷۷	ہدایات کی فہرست	۲.۱۲
۲۸۱	کمپیوٹر کی برنامہ نویسی	۳.۱۲
۲۸۶	بازیابی پھیلا	۴.۱۲
۲۹۱	تعمیلی پھیلا	۵.۱۲
۲۹۳	جوابات	





## باب ۱۲

# سادہ ترین کمپیوٹر

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۔

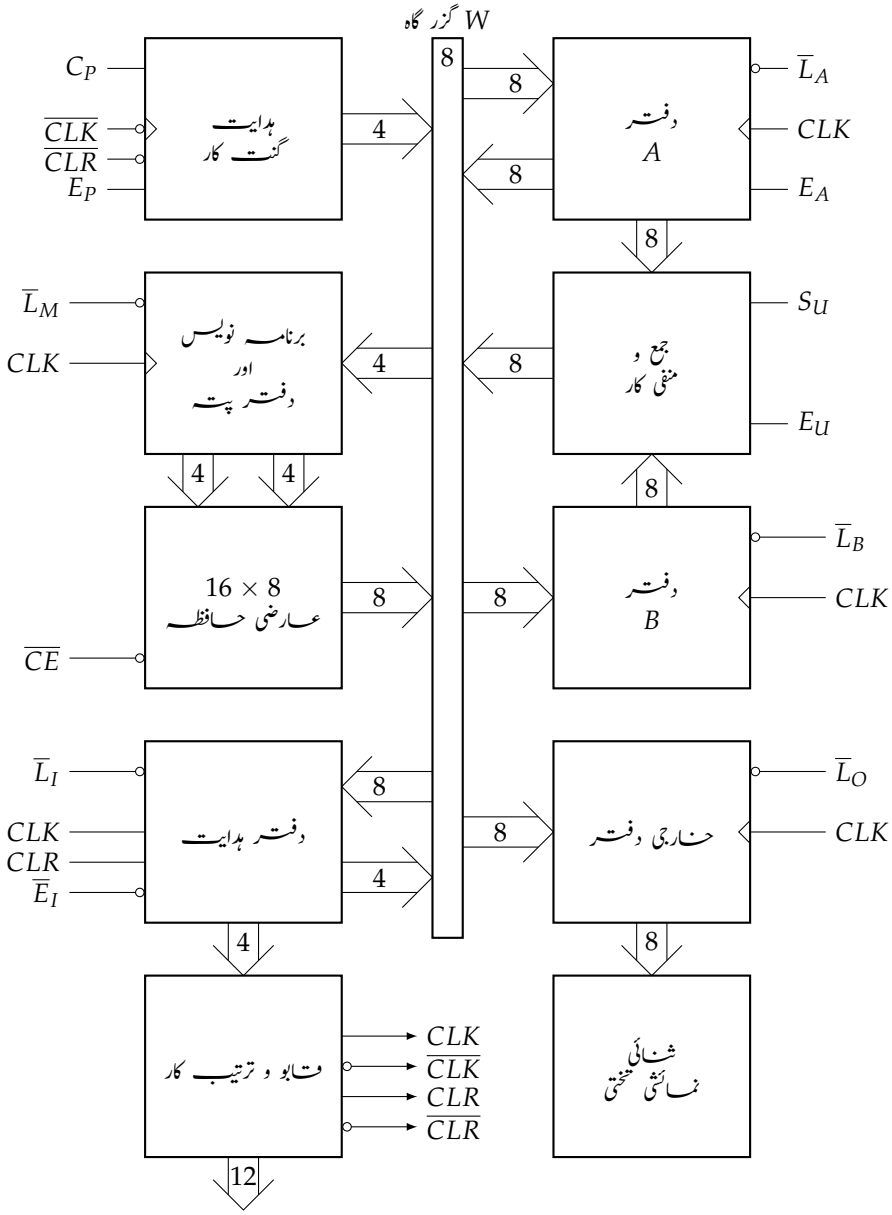
### ۱۲.۱ بناؤٹ

سادہ کمپیوٹر کی بناؤٹ شکل ۱.۱۲ میں پیش ہے۔ یہ ایک مکمل کمپیوٹر ہے۔ دفاتر کے وہ حنروج جو آٹھ بٹ گزر گاہ سے جڑے ہیں، سہ حالے<sup>۱</sup> ہیں؛ جو مواد کی منظم ترسیل ممکن بناتا ہے۔ آٹھ بٹ گزر گاہ سے مراد آٹھ برقی تاریں ہیں جو ذیلی ادوار (مشا، حافظہ، جمع و منفی کار) کے مابین مواد کی ترسیل ممکن بناتے ہیں۔ دفاتر کے باقی حنروج دو حالے<sup>۲</sup> ہیں؛ یہ حنروج ان ڈب ادوار کو مسلسل معلومات (مواد، پتہ، شمار وغیرہ) فراہم کرتے ہیں جن سے یہ منسلک ہیں۔

سادہ ترین کمپیوٹر کے مختلف حصے واضح کرنے کی عرض سے شکل ۱.۱۲ بنایا گیا ہے۔ اسی لئے تمام فتابو اشارات ایک ڈب جسے قلابو مرکز<sup>۳</sup> کہتے ہیں، تمام داخلی اور حنارجی ادوار ایک ڈب جسے دخول و خروج مرکز<sup>۴</sup> کہتے ہیں، وغیرہ، میں نہیں رکھے گئے ہیں۔

شکل ۱.۱۲ میں پیش کئی دفاتر آپ پہلے سے جانتے ہیں۔ ہر ڈب کی مختصر خصوصیات 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: سادہ ترین کمپیوٹر کی بناوٹ

### ہدایت گنت کار

حافظہ کے شروع میں برنامہ<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 تباو مسرکز 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 ڈب ہے۔ شکل ۲.۱۲ میں برنامہ نویس پیش ہے (صفحہ ۲۲۸ پر شکل ۱۹.۹ سمجھیں) جس کے ذریعے سوئچوں کی مدد سے عارضی حافظہ کو 4 پتہ اور 8 مواد پتہ فراہم کر کے بھرا جاتا ہے۔ یاد رہے کمپیوٹر کی (بامقصد) دوڑ سے قبل عارضی حافظہ میں برنامہ لکھنا لازمی ہے۔ یہ دور جو

حافظے کے پتہ کا دفتر (دفتر پتہ) اس کمپیوٹر کے عارضی حافظے کا حصہ ہے۔ کمپیوٹر کی دوڑ کے دوران، ہدایت گنت کار میں موجود پتہ اس (دفتر پتہ) میں نقل کیا جاتا ہے۔ دفتر پتہ چند لمحوں بعد یہ پتہ عارضی حافظہ کو فراہم کرتا ہے، جہاں سے اگلی ہدایت پڑھی جاتی ہے۔

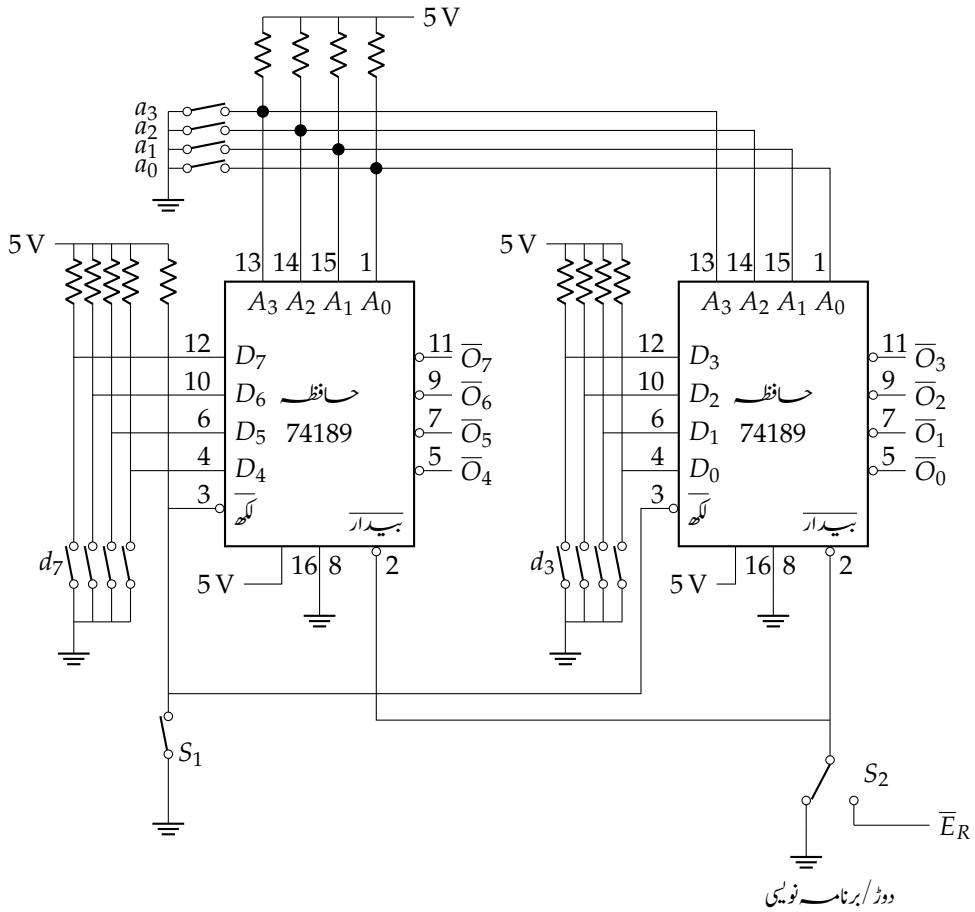
### عارضی حافظہ

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 پتہ 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 محارج  $O_0$  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>۱</sup> program counter

<sup>۷</sup> pointer



شکل ۱۲.۲: برنامه نویسی

## دفتر ہدایت

فتابو سرکڑ کا ایک حصہ دفتر ہدایت<sup>۸</sup> ہے۔ حافظہ سے ہدایت پڑھنے کی خاطر کمپیوٹر جو عمل سرانجام دیتا ہے اس کو ہدایت پڑھ عمل<sup>۹</sup> کہتے ہیں۔ حافظہ کے مخاطب مقام 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۔

دفتر ہدایت میں موجود معلومات کو دو حصوں میں تقسیم کیا جاتا ہے۔ نچلے (زیریں) چار بت سہ حالی مخارج ہے جو بوقت ضرورت W گزرگاہ پر ڈال دیا جاتا ہے جبکہ بالا چار بت 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  $\overline{CLR}$  اور دفتر ہدایت کو CLR اشارہ بھیجا جاتا ہے، جو ہدایت گنت کار 0000 کرتا ہے اور دفتر ہدایت میں موجود ہدایت زائل کرتا ہے۔

تمام مستحکم کار دفاتر کو ساعتی اشارہ CLK بھیجا جاتا ہے جو کمپیوٹر کے مختلف اعمال ہم قدم کرتے ہوئے یقینی بناتا ہے کہ سب کچھ اپنے اپنے وقت پر ہو۔ دوسرے لفظوں میں، دفاتر کے مابین معلومات کا تبادلہ مشترک ساعت CLK کے مثبت کنارے پر ہو۔ دھیان رہے، ہدایت گنت کار کو  $\overline{CLK}$  اشارہ بھی منراہم کیا گیا ہے۔

فتابو ترتیب کار 12 بت لفظ مخارج کرتا ہے جو باقی کمپیوٹر کو فتابو کرتا ہے۔ وہ 12 برقی تار جن پر یہ لفظ ترسیل ہوتا ہے فابو گزرگاہ<sup>۱۰</sup> کہلاتا ہے۔

بارہ بت فابو لفظ درج ذیل ہے۔

$$\text{فتابو} = C_P E_P \bar{L}_M \bar{C}\bar{E} \bar{L}_I \bar{E}_I \bar{L}_A E_A S_U E_U \bar{L}_B \bar{L}_O$$

ساعت CLK کے اگلے مثبت کنارے پر دفاتر کا عمل اس لفظ کے تحت ہوگا۔ مثلاً، بلند  $E_P$  اور پست  $\bar{L}_M$  کی صورت میں ساعت کے اگلے مثبت کنارے پر ہدایت گنت کار کی معلومات دفتر پستہ میں نقل ہو گی۔ اسی طرح، پست  $\bar{C}\bar{E}$  اور پست  $\bar{L}_A$  کی صورت میں ساعت کے اگلے مثبت کنارے پر دفتر A میں عارضی حافظہ کا مخاطب لفظ نقل ہوگا۔ انتقال مواد کی وقتیہ ترسیلات پر غور (جس سے ہم حبان پائیں گے یہ انتقال کیسے اور کب ہوں گے) بعد میں کیا جائے گا۔

## دفتر A

کمپیوٹر کی دوڑ کے دوران حاصل نتائج دفتر A میں ذخیرہ کیے جاتے ہیں۔ شکل ۱.۱۲ میں A کے دو مخارج دکھائے گئے ہیں۔ اس کا دو حالی مخارج سیدھا جمع و منفی کار کو جاتا ہے۔ تین حالی مخارج W گزرگاہ کو جاتا ہے۔ یوں A کا آٹھ بت لفظ جمع و منفی کار کو مسلسل منراہم ہوگا؛ یہی لفظ بلند  $E_A$  کی صورت میں W گزرگاہ پر بھی ڈالا جائے گا۔

<sup>۸</sup> instruction register  
<sup>۹</sup> memory read operation  
<sup>۱۰</sup> control bus

### جمع و منفی کار

یہاں تسملہ 2 کا جمع و منفی کار مستعمل ہے۔ پست  $S_U$  کی صورت میں شکل ۱۲.۱ میں جمع و منفی کار کا محسارن درج ذیل ہوگا۔

$$S = A + B$$

بلند  $S_U$  کی صورت میں جمع و منفی کار درج ذیل دیگا جہاں  $B'$  سے مراد  $B$  کا اس 2 تسملہ ہے۔ (یاد رہے، 2 کا تسملہ علامت تبدیل کرنے کے مترادف ہے۔)

$$S = A + B'$$

جمع و منفی کار غیر معاصر ہے (یعنی اس کی کارکردگی ساعت پر منحصر نہیں)؛ یوں جیسے ہی داخلہ الفاظ تبدیل ہوں، اس کا محسارن تبدیل ہوگا۔ بلند  $E_U$  کی صورت میں یہ محسارن  $W$  گزرگا پر ڈالا جائے گا۔

### دفتر $B$

دفتر  $B$  حالی اعمال میں استعمال کیا جاتا ہے۔ پست  $L_B$  کی صورت میں ساعت کے ثبت کنارے پر  $W$  گزرگا پر موجود لفظ  $B$  میں نقل ہوگا۔ دفتر  $B$  کا دو حالی محسارن مسلسل جمع و منفی کار کو منراہم کیا جاتا ہے۔ یہ عدد  $A$  میں موجود عدد کے ساتھ جمع یا اس سے منفی ہوگا۔

### حسارجی دفتر

کسی بھی مسئلے کو حل کرنے کے بعد حاصل نتیجہ دفتر  $A$  میں ہوگا۔ یہ نتیجہ بیرونی دنیا کو بتانا مقصود ہو گا۔ یہ کام خارجہ دفتر کے سپرد ہے۔ بلند  $E_A$  اور پست  $L_O$  کی صورت میں ساعت کے اگلے ثبت کنارے پر  $A$  میں موجود معلومات حسارجی دفتر میں نقل کی جاتی ہے۔

چونکہ حسارجی دفتر کے ذریعہ مواد کمپیوٹر سے باہر منتقل ہوتا ہے لہذا اسے عموماً خارجہ روزانہ<sup>۱۲</sup> بھی کہتے ہیں۔ حسارجی روزانہ ملاچہ ادوار<sup>۱۳</sup> سے منسلک ہوگا جو بیرونی آلات مثلاً پرنٹر<sup>۱۴</sup>، سات کلی نمائشی تختی، کمپیوٹر کاشیشہ، وغیرہ چلاتے ہیں۔

### شانی نمائشی تختی

شانی نمائشی تختی آٹھ نوری ڈایوڈ<sup>۱۵</sup> پر مبسنی ہے۔ حسارجی روزانہ کے ہر بت کے ساتھ ایک نوری ڈایوڈ منسلک ہے۔ یوں شانی نمائشی تختی پر حسارجی دفتر میں موجود معلومات شانی روپ میں نظر آئے گی۔

### خلاصہ

اس کمپیوٹر کا فتا بو مرکز ہدایت گنت کار، ہدایت دفتر، اور فتا بو و ترتیب کار (جو فتا بو لفظ، ساعت  $CLK$ ، اور زائل اشارہ  $CLR$  پیدا کرتا ہے) پر مشتمل ہے۔ کمپیوٹر کا حبابی مرکز<sup>۱۶</sup> دفتر  $A$ ، دفتر  $B$ ، اور جمع و منفی کار پر مشتمل

output register<sup>۱۱</sup>  
output port<sup>۱۲</sup>  
interface circuits<sup>۱۳</sup>  
printer<sup>۱۴</sup>  
LED<sup>۱۵</sup>  
arithmetic logic unit, ALU<sup>۱۶</sup>

ہے۔ کمپیوٹر کا حافظہ دفتر پتہ اور  $16 \times 8$  عارضی حافظہ پر مشتمل ہے۔ درآمدی سوئچ، خارجی ریزون، اور شنائی نمائندگی تختی مسل کرد خول و خسروچ سرگز 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۔ ہدایت کا مجموعہ کمپیوٹر کی مادر **زبان** کہلاتی ہے۔

### نقل الف

حافظہ کے مقام  $0000_2$  پر موجود معلومات کو ہم  $R_0$  کہتے ہیں، مقام  $0001_2$  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  $0_{16}$  ہے۔ اس اس 16 اعداد کے آخر میں زیر نوشتہ 16 لکھنے کی بجائے ہم عدد کے آخر میں  $H$  لکھتے ہیں۔

**نقل الف**۔ اس کمپیوٹر کی ایک ہدایت ہے جو کہتی ہے دفتر الف میں مواد نقل کریں۔ پوری ہدایت میں اس مواد کا اس سولہ پتہ بھی دیا جاتا ہے جو دفتر الف میں بھرا جائے گا، لہذا مکمل ہدایت درج ذیل ہے جو جدول ۱۲.۱ میں پیش ہے۔

### نقل الف پتہ

یوں ”نقل الف  $8H$ “ کہتی ہے کہ عارضی حافظہ کے پتہ  $8H$  پر درج معلومات کو دفتر الف میں نقل کریں۔ 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 الف $8H$

پر عمل کرنے کے بعد درج ذیل ہوگا۔

$$= 1111\ 0000 \text{ الف}$$

آپ نے دیکھا یہ ہدایت دفتر الف میں معلومات نقل کرتے ہوئے حافظہ میں درج معلومات پر اثر انداز نہیں ہوتی۔

اسی طرح ”نقل الف  $AH$ “ مقام  $10_{10}$  سے دفتر الف میں معلومات نقل کرے گی، اور ”نقل الف  $FH$ “ 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 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:

$$\text{ب} = 0000\ 0011$$

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 پتہ 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) لکھاجاتا 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۔

منفی

دو اعداد منفی کرنے کے لئے کمپیوٹر کی ہدایت منفی ہے جو دفتر الف میں موجود عدد دے دیا گیا عدد منفی کر کے نتیجہ دفتر الف میں دے گی۔ مکمل ہدایت میں منفی ہونے والے عدد کے مقام کا پتہ بھی شامل ہوگا۔

منفی پتہ

یوں ”منفی  $CH$ “ کا مطلب ہے دفتر الف میں موجود مواد سے حافظہ کے مقام  $CH$  پر موجود مواد  $R_C$  منفی کر کے نتیجہ دفتر الف میں ڈالیں۔



جدول ۱۲.۱: کمپیوٹر کی مادری زبان کی ہدایت

عمل	ہدایت
دفتر الف میں حافظے مواد نقل کریں	نقل الف پتہ
دفتر الف کے ساتھ حافظے کا مواد جمع کریں	جمع پتہ
دفتر الف سے حافظے کا مواد منفی کریں	منفی پتہ
دفتر الف کا مواد رجحان رجی دفتر میں ڈالیں	برآمد
کام کرنا روک دیں	رک

مثال کی خاطر فرض کریں دفتر الف میں اعشاری 7 اور حافظے کے معتم  $CH$  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، دفتر ب میں  $R_C$  ڈالا جاتا ہے:

$$\text{ب} = 0000\ 0011$$

جس کے فوراً بعد جمع و منفی کار دفتر الف اور ب کا منفرق:

$$\text{منفرق} = 0000\ 0100$$

معلوم کرتا ہے۔ دوسرے قدم پر یہ منفرق دفتر الف میں ڈالا جاتا ہے۔

$$\text{الف} = 0000\ 0100$$

منفی کی تمام ہدایت پر عمل درج بالا اقدام کے ذریعہ ہوگا؛ دیے گئے پتہ پر موجود مواد حافظے سے دفتر ب میں ڈال کر جمع و منفی کار کو مہیا کیا جاتا ہے جو فوراً ان کا منفرق معلوم کرتا ہے۔ یہ منفرق دفتر الف میں ڈالا جاتا ہے۔ یوں ”منفی  $CH$ “ پر عمل کرتے ہوئے  $R_C$  کو دفتر الف سے منفی کر کے نتیجہ دفتر الف میں ڈالا جائے گا۔ ”منفی  $EH$ “ معتم  $EH$  پر موجود مواد  $R_E$  کو دفتر الف سے منفی کر کے نتیجہ دفتر الف میں ڈالتا ہے۔

برآمد

کمپیوٹر کی ہدایت برآمد کہتی ہے دفتر الف کا مواد رجحان رجی دفتر میں ڈالیں۔ اس ہدایت پر عمل کرنے کے بعد دفتر الف کا مواد کمپیوٹر سے باہر دستیاب ہوگا جہاں سے آپ نتیجہ دیکھ سکتے ہیں۔

اس ہدایت پر عمل کرنے کے لئے حافظے 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<sup>۱۸</sup> کے مترادف ہے۔ ہر برنامے کے آخر میں یہ ہدایت ضروری ہے؛ ورنہ کمپیوٹر بے باق 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 حافظے سے رجوع کرنے کی ضرورت نہیں لہذا اس ہدایت میں پتے کی شمولیت نہیں ہوگی۔

## حافظے سے رجوع کرنے والے راجع ہدایات

نقل الف، جمع، اور منفی کی ہدایات حافظے سے رجوع کرتی ہیں لہذا یہ راجع ہدایت<sup>۱۹</sup> کہلاتی ہیں۔ اس کے برعکس برآمد اور رک حافظے سے رجوع نہیں کرتی ہیں لہذا یہ ہدایات غیر راجع ہیں۔

## 8080 اور 8085

وسیع پیمانے پر استعمال ہونے والا پہلا خردو عامل کار<sup>۲۰</sup> (مائیکروپراسیسر) 8080 تھا۔ اس کی کل 72 ہدایات ہیں۔ اس خردو عامل کار 8085 ہے جو انہیں ہدایات پر چلتا ہے۔ اس باب کے سادہ ترین کمپیوٹر کو حقیقتاً فعال 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 کے بھی ہدایات ہیں۔

مثال ۱۲.۱: سادہ ترین کمپیوٹر کا ایک برنامہ پیش ہے۔

پتہ	ہدایت
0H	نقل 9H
1H	جمع AH
2H	جمع BH
3H	منفی CH
4H	برآمد
5H	رک

حافظے میں برنامے سے اوپر درج ذیل مواد پایا جاتا ہے۔

<sup>۱۸</sup>fullstop  
<sup>۱۹</sup>memory-reference instructions  
<sup>۲۰</sup>microprocessor

پست	مواد
6H	FFH
7H	FFH
8H	FFH
9H	01H
AH	02H
BH	03H
CH	04H
DH	FFH
EH	FFH
FH	FFH

یہ ہدایات کیسے کریں گے؟

حل: برنامه خفے 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 شنائی نمائش سختی منسلک ہے جس پر یہ مواد شنائی روپ میں نظر آئے گا۔ یوں نوری ڈیوڈ راج ذیل دکھائیں گے۔

0000 0010

□

آخری ہدایت رک ہے جو کمپیوٹر کو مزید ہدایات پر عمل کرنے سے روکتی ہے۔

## ۱۲.۳ کمپیوٹر کی برنامه نویسی

کمپیوٹر کے حافظہ میں ہدایات اور مواد بھرنے کے لئے ہمیں ایسی زبان استعمال کرنی ہوگی جو کمپیوٹر سمجھ سکے۔ جدول ۲.۱۲ میں کمپیوٹر کے رموز<sup>۱</sup> پیش ہیں۔ یوں ”نقل الف“ کی ہدایت کے لئے کمپیوٹر 0000 کاشنئی رمز استعمال کرتا

<sup>۱</sup>operation codes, op codes

جدول ۱۲.۲: سادہ ترین کمپیوٹر کے رموز

ہدایت	رمز
نقل	0000
جمع	0001
منفی	0010
برآمد	1110
رک	1111

ہے۔ ”جمع“ کے لئے 0001، ”منفی“ کے لئے 0010، ”برآمد“ کے لئے 1110، اور ”رک“ کے لئے 1111 استعمال ہوگا۔

جیسا پہلے ذکر کیا گیا، (صفحہ ۲۲۷ پر مثال ۱.۹ دیکھیں) برنامہ نویس (شکل ۲.۱۲) سوئچ کے ذریعہ حافظہ میں معلومات ڈالتا ہے۔ ان سوئچ کو یوں استعمال کیا گیا ہے کہ منقطع (کھڑا) سوئچ 1 اور غیر منقطع (بیٹھا یا چالو) سوئچ 0 دیتا ہے۔ برنامہ نویس 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>۲۲</sup> حصے کے مطابق رکھے جاتے ہیں۔

مثلاً، مندرجہ کریں ہم درج ذیل ہدایت 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۔

0000 1111	=	FH	نقل
0001 1110	=	EH	جمع
1111 xxxx	=		رک

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>۲۳</sup> حصہ ہے۔ اس پتے کاشنائی مثال 1111 ہے۔ یوں ”جمع FH“ کی جگہ ان کے کاشنائی مثال جوڑ کر 0000 1111 حاصل کیا گیا ہے۔ دوسری ہدایت میں جمع کا رمز 0001 اور زیر عمل حصہ EH کاشنائی مثال 1110 ہے۔ ان کو ساتھ ساتھ لکھ کر 0001 1110 حاصل کیا گیا ہے۔ آخری ہدایت میں رک کا رمز 1111 ہے جبکہ اس کا کوئی زیر عمل حصہ نہیں پایا جاتا، لہذا زیر عمل حصہ غیر مطلوب ہے جس

میں کچھ بھی لکھا جاسکتا ہے۔ اس غیر مطلوب حصہ کو xxxx سے ظاہر کیا گیا ہے۔ یوں 1111 xxxx حاصل کیا گیا ہے۔

اب  $S_2$  کو بٹھا کر (زمین سے جوڑ کر) پتہ اور مواد کے سوئچ قدم با قدم درج ذیل رکھیں، جہاں ”ک“ سے مراد کھڑا یعنی منقطع سوئچ ہے جو 1 کو ظاہر کرتا ہے، ”ب“ سے مراد بیٹھا یا غیر منقطع (چالو) سوئچ ہے کو 0 دیکھا، اور ”x“ سے مراد یہ کہ سوئچ کسی بھی حالت میں (منقطع یا غیر منقطع) ہو سکتا ہے۔

پتہ	مواد
ب ب ب ب	ک ک ک ک ب ب ب ب
ک ب ب ب	ب ک ک ک ب ب ب ب
ب ک ب ب	ک ک ک ک x x x x

ہر قدم پر پتہ اور مواد سوئچ مطلوب حالت میں رکھ کر  $S_1$  کو بٹھا کر دوبارہ کھڑا کریں۔ تینوں پتہ پر مواد لکھنے کے بعد  $S_2$  کو کھڑا کریں۔ حافظہ کے ابتدائی تین مقامات پر اب درج ذیل پایا جائے گا۔

پتہ	مواد
0000	1111
0001	1110
0010	1111 xxxx

آپ نے دیکھا کہ ہم کمپیوٹر کی مادری زبان میں اردو کے الفاظ مثلاً ”نفتل“، اور ”جمع“ استعمال کر کے کمپیوٹر کو ہدایات جاری کرتے ہیں۔ کمپیوٹر از خود ”شائی زبان“ سمجھتا ہے جو مشینی زبان<sup>۲۴</sup> 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	نفتل 9H
1H	جمع AH
2H	جمع BH
3H	منفی CH
4H	برآمد
5H	رک

اس کا ترجمہ مشینی زبان میں کرتے ہیں۔

پتہ	ہدایت
0000	1001
0001	1010
0010	1011
0011	1100
0100	xxxx
0101	xxxx

اس شناختی برنامہ میں ہدایت کے چار بلند تر ترتیبی بٹ ”عمل“ کو ظاہر کرتے ہیں جبکہ چار کم تر ترتیبی بٹ ”پتہ“ مندرجہ ذیل کے ہیں۔ بعض اوقات ہم چار بلند تر ترتیبی بٹ کو جو ہدایت<sup>۲۵</sup> اور چار کم تر ترتیبی بٹ کو جو پتہ<sup>۲۶</sup> کہتے ہیں۔

$$\underbrace{XXXX}_{\text{جس پتہ}} \underbrace{YYYY}_{\text{جس ہدایت}} = \text{ہدایت}$$

□

مثال ۱۲.۳: درج ذیل حساب کرنے کے لئے کمپیوٹر کا برنامہ لکھیں۔ تمام اعداد اعشاری ہیں۔

$$16 + 20 + 24 - 32$$

حل: گزشتہ مثال کا برنامہ لے کر حافظہ کے مقام 9H تا CH میں بالترتیب مواد 16، 20، 24، اور 32 کے اساس سولہ مماثل لکھ کر درج ذیل مطلوبہ برنامہ حاصل ہو گا۔ (اعشاری 16 کا اساس سولہ مماثل 10H ہے۔)

پت	ہدایت
0H	نفسل 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۔

پت	ہدایت
0000	0000 1001
0001	0001 1010
0010	0001 1011
0011	0010 1100
0100	1110 xxxx
0101	1111 xxxx
0110	xxxx xxxx
0111	xxxx xxxx
1000	xxxx xxxx
1001	0001 0000
1010	0001 0100
1011	0001 1000
1100	0010 0000
1101	xxxx xxxx
1110	xxxx xxxx
1111	xxxx xxxx

یاد رہے برنامے کی پہلی ہدایت حافظہ کے معتام 0000 سے پڑھی جاتی ہے، دوسری معتام 0001 سے پڑھی جاتی ہے، وغیرہ، لہذا برنامہ زیریں حافظہ میں اور مواد بالا میں رکھا گیا ہے۔ غیر متعلقہ مقامات میں معلومات کو xxxx xxxx دکھایا گیا ہے۔

□

مثال ۱۲.۴: درج بالا مثال میں حاصل شدہ برنامہ کو اس سولہ کے روپ میں لکھیں۔ شائع روپ کی بجائے ہم عموماً برنامے کا اس سولہ 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

اس سولہ میں لکھی گئی زبان بھی مشینی زبان کہلاتی ہے۔

مشینی زبان میں منی عدد کا اس 2 نکلہ 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 مرکز“ پر ہے۔ حافظہ سے باری باری ایک ہدایت اٹھانے اور اس پر عمل کرنے کے احکامات فتابو مرکز جاری کرتا ہے۔ ہدایت اٹھانے اور اس پر عمل کرنے کے دوران کمپیوٹر مختلف وقتیہ حالت<sup>۲۷</sup> (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 بے 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 مرتبہ چھلا گنت کار

<sup>۲۷</sup> timing states



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 بایاں 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 ۳.۱۲۔ 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  $T$  پھیلا اظہار کرتا ہے۔

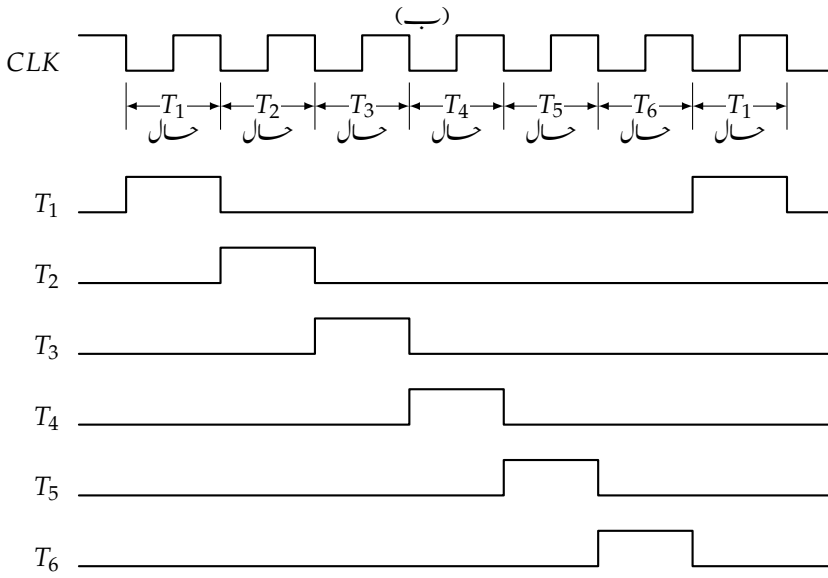
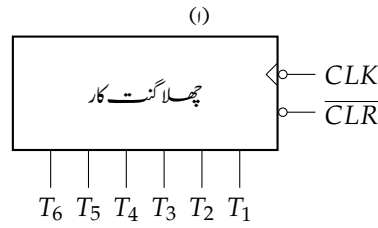
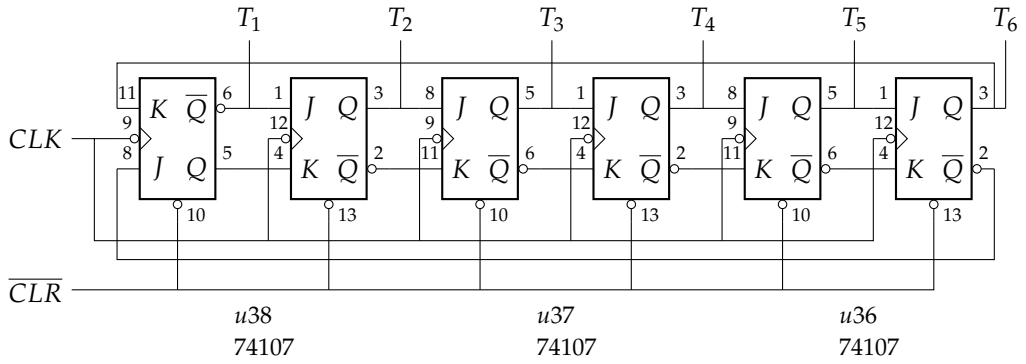
شکل-ج میں وقتیہ ترسیمات پیش ہیں۔ ابتدائی  $T_1$  حال کا آغاز ساعت کے پہلے کنارہ اترائی پر اور اختتام اگلے کنارہ اترائی پر ہوگا۔ اس  $T$  حال میں چھلا گنت کار کا  $T_1$  بٹ بلند رہے گا۔

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  $T_1$  کہلاتا ہے۔ شکل ۳.۱۲۔ الف میں کمپیوٹر کے وہ حصے گہری سیابی سے احبا گریے گئے ہیں جو  $T_1$  حال کے دوران فعال ہیں (غیر فعال حصے ہلکی سیابی میں دکھائے گئے ہیں؛ مزید، ڈبہ ادوار کے مختصر نام لکھ گئے ہیں)۔



(ج)

شکل ۱۲.۳: (۱) چھلا گنت 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۔

$$\begin{aligned} \text{متابو} &= C_P E_P \bar{L}_M \bar{C} \bar{E} \quad \bar{L}_I \bar{E}_I \bar{L}_A E_A \quad S_U E_U \bar{L}_B \bar{L}_O \\ &= 0 \ 1 \ 0 \ 1 \quad 1 \ 1 \ 1 \ 0 \quad 0 \ 0 \ 1 \ 1 \end{aligned}$$

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>۲۹</sup> کہتے ہیں۔ بڑھوتری حال کے دوران متابو و ترتیب کار درج ذیل متابولفظ خارج کرتا ہے۔

$$\begin{aligned} \text{متابو} &= C_P E_P \bar{L}_M \bar{C} \bar{E} \quad \bar{L}_I \bar{E}_I \bar{L}_A E_A \quad S_U E_U \bar{L}_B \bar{L}_O \\ &= 1 \ 0 \ 1 \ 1 \quad 1 \ 1 \ 1 \ 0 \quad 0 \ 0 \ 1 \ 1 \end{aligned}$$

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 معنام 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۔

$$\begin{aligned} \text{متابو} &= C_P E_P \bar{L}_M \bar{C} \bar{E} \quad \bar{L}_I \bar{E}_I \bar{L}_A E_A \quad S_U E_U \bar{L}_B \bar{L}_O \\ &= 0 \ 0 \ 1 \ 0 \quad 0 \ 1 \ 1 \ 0 \quad 0 \ 0 \ 1 \ 1 \end{aligned}$$

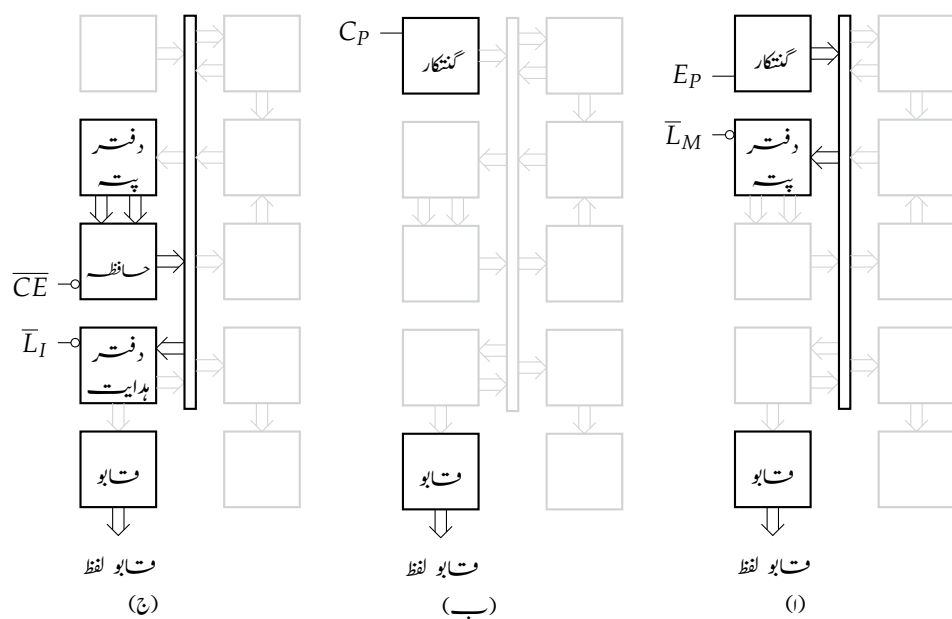
بازیابی پھیرا

پتہ حال، بڑھوتری حال، اور حافظہ حال مل کر **بازیابی پھیرا**<sup>۳۰</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 معنام 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۔

<sup>۲۹</sup> increment state  
<sup>۳۰</sup> fetch cycle



شکل ۱۲.۳: بازیابی پھیرا: (a)  $T_1$  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>۳۱</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، ”قتل  $9H$ “ کی تعمیل کے دوران دفناتر میں معلومات کا انتقال ”جمع  $BH$ “ کی تعمیل کے دوران دفناتر میں معلومات کے انتقال سے مختلف ہوگا۔ آئیں اب مختلف ہدایات کی تعمیل کے لئے ”فتابو طریقہ کار“ پر غور کریں۔

## طریق نقل

اس گفتگو کو آگے بڑھانے کے لئے فرض کریں دفتر ہدایت میں قتل  $9H$  بھرا گیا ہے۔

$$0000\ 1001 = \text{دفتر ہدایت}$$

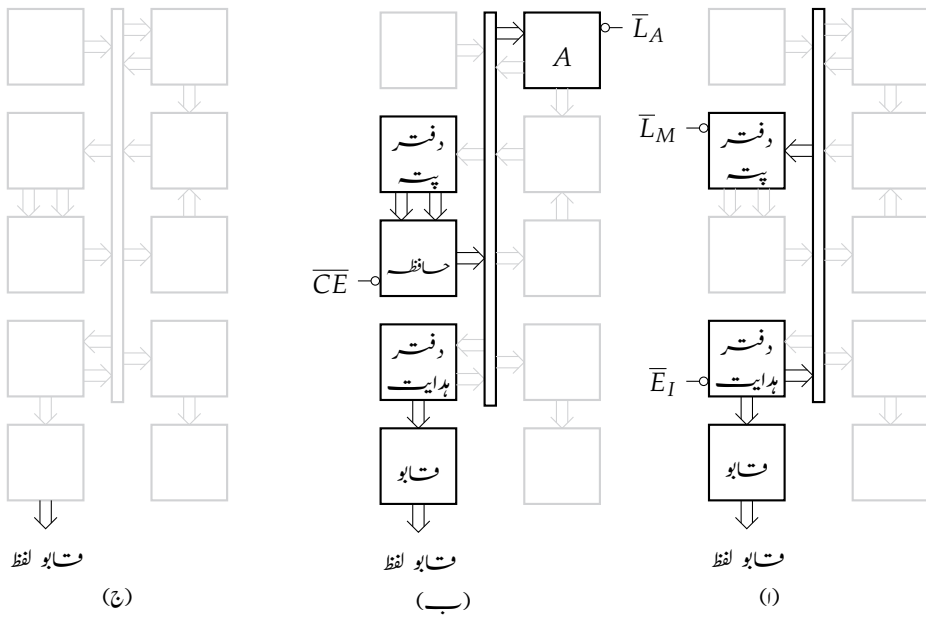
حبز و ہدایت 0000 فتابو ترتیب کار کو  $T_4$  حال کے دوران جاتا ہے، جہاں اس کی رمز کشائی ہوگی؛ حبز و پتہ 1001 دفتر پتہ میں ڈالا جاتا ہے۔ شکل ۵.۱۲-الف میں  $T_4$  حال کے دوران فعال حصے احبا گر کیے گئے ہیں۔ جیسا آپ دیکھ سکتے ہیں،  $\bar{E}_I$  اور  $\bar{L}_M$  فعال ہیں، جبکہ باقی تمام فتابوٹ غیر فعال ہیں۔

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 نقل ہوگا (شکل ۵.۱۲-ب دیکھیں)۔

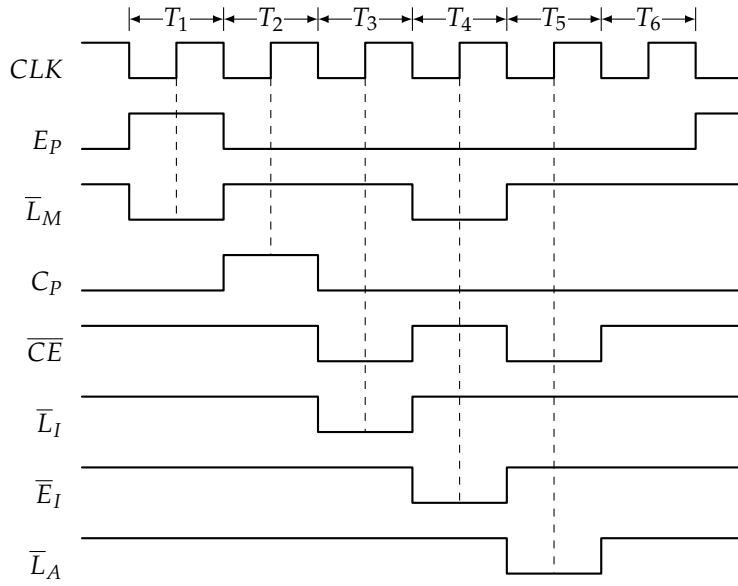
$T_6$  فارغ حال<sup>۳۲</sup> ہے۔ اس (تیسرے تعمیلی) حال کے دوران تمام دفناتر غیر فعال ہیں (شکل ۵.۱۲-ج دیکھیں)۔ یوں فتابو و ترتیب کار ایسا فتابو لفظ خارج کرتا ہے جس کے تمام پٹ غیر فعال ہوں گے۔ فارغ حال میں کوئی کام سر انجام نہیں ہوگا۔

شکل ۶.۱۲ میں بازیابی اور نقل طریق کی وقتیہ ترتیبات 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۔ ”قتل“ 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۔ ”قتل“ ہدایت میں  $T_6$  حال کچھ نہیں کرتا۔ ہم کہتے ہیں یہ فارغ حال ہے۔

<sup>۳۱</sup> execution cycle  
<sup>۳۲</sup> nop, no operation



شکل ۱۲.۵: طریق نقل: (ا)  $T_4$  حال؛ (ب)  $T_5$  حال؛ (ج)  $T_6$  حال۔



شکل ۱۲.۶: بازیابی اور نقل کی وقتیہ ترتیبات۔

### طریق جمع

فرض کریں بازیابی پھیرا کے اختتام پر دفتر ہدایت میں ”جمع BH“ پایا جاتا ہے۔

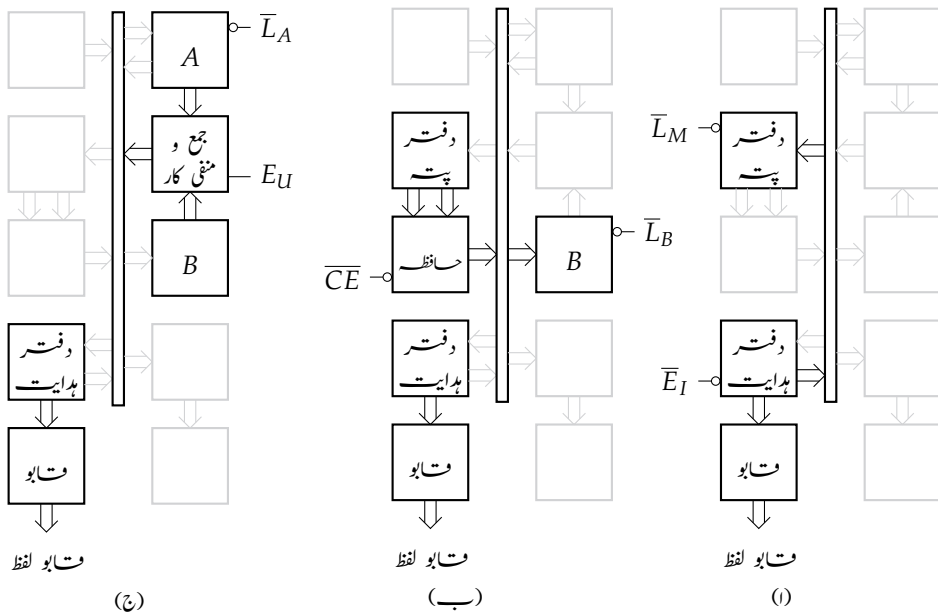
$$0001\ 1011 = \text{دفتر ہدایت}$$

دوران  $T_4$  حال متابو و ترتیب کار کو حبزو ہدایت اور دفتر پستہ کو حبزو پستہ جائے 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 پستہ  $\bar{C}_E$  اور  $\bar{L}_B$  فعال ہوں گے۔ یوں پستہ کی نشاندہی کے مقام پر لفظ حافظہ سے دفتر  $B$  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  $B$  میں منتقل ہوگا۔

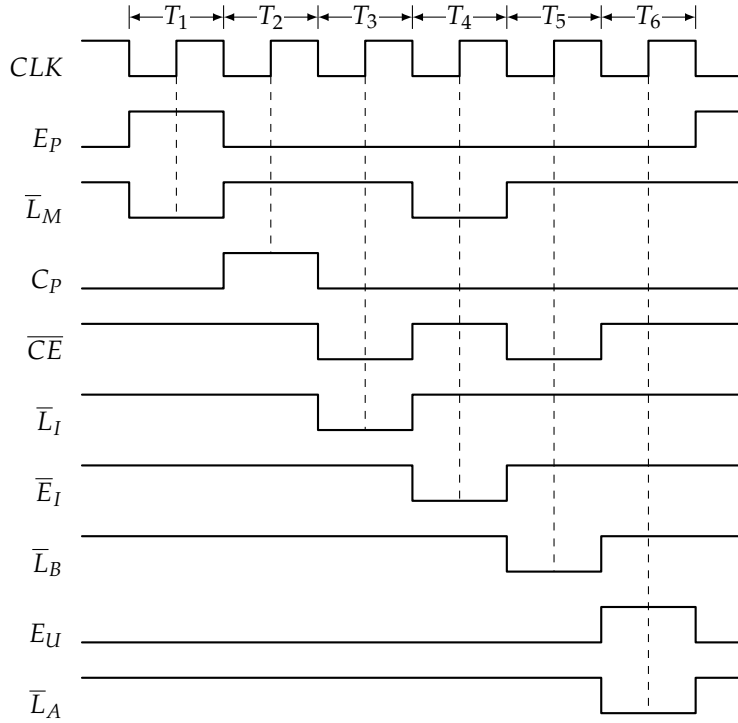
$T_6$  حال کے دوران،  $E_U$  اور  $\bar{L}_A$  فعال ہوں گے؛ لہذا دفتر  $A$  تک جمع و منفی کار کا محارج پہنچے گا (شکل ۱۲.۷-ج)۔ اس حال کے وسط میں جمع و منفی کار کا محارج دفتر  $A$  منتقل ہوگا۔

اتفاق سے، دورانیہ تیاری اور دورانیہ رد عمل کی بدولت دفتر  $A$  حالت دوڑے دوچار نہیں ہوتا۔ شکل 6c.10 میں ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر دفتر  $A$  کا مواد تبدیل ہوگا، جس کی وجہ سے جمع و منفی کار کا محارج تبدیل ہو گا۔ یہ نیا مواد دفتر  $A$  کے مدخل تک پہنچتا ہے، تاہم یہ مواد ساعت کے کنارہ چپڑھائی کے دو تاخیر بعد میں پہنچے گا (پہلی تاخیر دفتر  $A$  اور دوسری تاخیر جمع و منفی کار کی بدولت ہوگی)۔ اس وقت تک دفتر  $A$



شکل ۱۲.۴: طریق جمع و منفی: (ا)  $T_4$  حال؛ (ب)  $T_5$  حال؛ (ج)  $T_6$  حال.



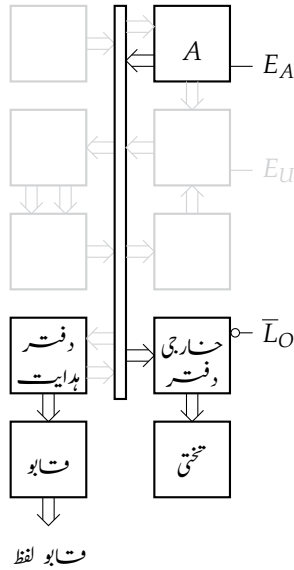


شکل ۱۲.۸: بازیابی اور جمع وقتیہ ترتیبات۔

میں مواد لکھنے کا لمحہ گزر چکا ہوگا۔ یوں دفتر A 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 بازیابی اور ”طریق جمع“ کی وقتیہ ترتیبات پیش ہیں۔ طریق بازیابی 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، حافظے 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،  $\bar{C}_E$  اور  $\bar{L}_B$  فعال ہوں گے؛ لہذا ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر دفتر B میں پتہ کی نشاندہی پر حافظے سے لفظ منتقل ہوگا۔  $T_6$  حال کے دوران،  $E_U$  اور  $\bar{L}_A$  فعال ہوں گے؛ دفتر A میں، ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر، جمع و منفی کار کا حاصل نتیجہ منتقل ہوگا۔



شکل ۱۲.۹: برآمد ہدایت کے دوران  $T_4$  حال۔

### طریق منفی

طریق منفی اور طریق جمع ملتے جلتے ہیں۔ شکل ۱۲.۷-الف اور ب میں طریق منفی کے لئے  $T_4$  اور  $T_5$  حال کے دوران فعال حصے دکھائے گئے ہیں۔  $T_6$  حال کے دوران شکل ۱۲.۷-ج کے مجموع منفی حصے کو بلند  $S_U$  بھیجا جاتا ہے۔ وقتیہ ترسیم شکل ۱۲.۸ سے تقریباً مکمل مماثلت رکھتی ہے۔  $T_1$  تا  $T_5$  حال کے دوران پست  $S_U$  اور  $T_6$  حال کے دوران بلند  $S_U$  تصور کریں۔

### طریق برآمد

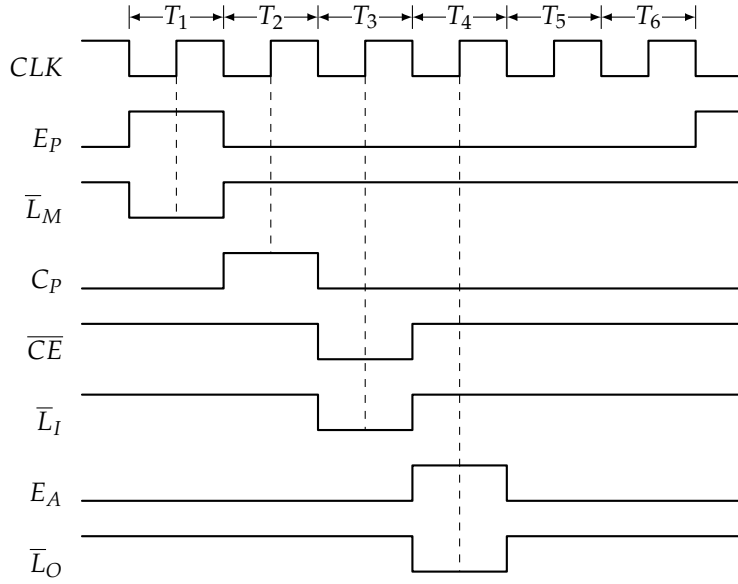
معرض کریں بازیابی پھیرا کے آخر میں دفتر ہدایت میں برآمد کی ہدایت موجود ہو۔ یوں درج ذیل ہوگا۔

$$1110xxxx = \text{دفتر ہدایت}$$

مٹابو و ترتیب کار کو رمز کشائی کے لئے جزو ہدایت بھیجا جاتا ہے۔ رمز کشائی کے بعد مٹابو و ترتیب کار خارجی دفتر میں دفتر  $A$  کا مواد منتقل کرنے کے لئے مٹابو لفظ جاری کرتا ہے۔

برآمد کی ہدایت کے دوران فعال حصے شکل ۱۲.۹ میں پیش ہیں۔ چونکہ  $E_A$  اور  $L_O$  فعال ہیں، لہذا اسمت کے اگلے کنارہ چڑھائی پر دفتر  $A$  کی معلومات خارجی دفتر میں،  $T_4$  حال کے دوران، منتقل ہوگی۔  $T_5$  اور  $T_6$  حال فارغ ہیں۔

شکل ۱۲.۱۰ میں بازیابی اور برآمد وقتیہ ترسیمات پیش ہیں۔ بازیابی حال ہمیشہ کی طرح پست حال، بڑھوتری حال،



شکل ۱۲.۱۰: بازیابی اور برآمد وقت تہ 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  $A$  کی معلومات خارجی دفتر کو منتقل ہوگی۔

رک

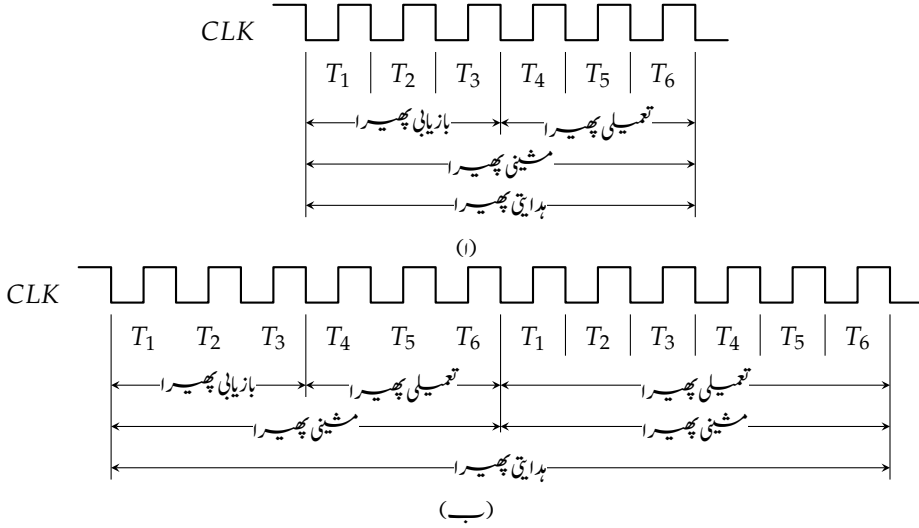
رک کی ہدایت پر عمل در آمد کے دوران کسی دفتر کی ضرورت پیش نہیں آتی، لہذا اس کے لئے طریق متابو در کار نہیں ہوگا۔ جب دفتر ہدایت میں درج ذیل موجود ہو

$$\text{دفتر ہدایت} = 1111xxxx$$

حبز و ہدایت 1111 متابو و ترتیب کار کو مواد پر عمل نہ کرنے کا اشارہ کرتا ہے۔ متابو و 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

اس سادہ کمپیوٹر کے چھ  $T$  حال ہیں، جن میں سے تین بازیابی اور تین تعمیلی ہیں۔ ان چھ حال کو **مشینی پھیرا** کہتے ہیں (شکل ۱۱.۱۲-الف دیکھیں)۔ ایک مشینی پھیرے میں ایک ہدایت کی بازیابی اور تعمیل کی جاتی ہے۔ اس



شکل ۱۲.۱۱: (ا) ہدایتی پھیرا؛ (ب) دو مشینی پھیروں پر مشبنی ہدایتی پھیرا۔

سادہ ترین کمپیوٹر کی ساعت کا تعدد 1 kHz ہے، لہذا اس کا دوری عرصہ 1 ms ہو گا۔ یوں ہر مشینی پھیرا 6 ms لیگا۔

کئی کمپیوٹر میں ہدایت کی بازیابی اور تعیل کرنا ایک سے زائد مشینی پھیروں میں ممکن ہو گا۔ شکل ۱۱.۱۲-ب میں دو مشینی پھیروں کی ہدایت کا وقتیہ 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 انسانی  $T$  حال درکار ہوں گے۔

ایک ہدایت کی بازیابی اور تعیل کے لئے درکار  $T$  حال کو ہدایتی پھیروں میں ۳۳ کہتے ہیں۔ اس سادہ ترین کمپیوٹر میں ہدایتی پھیرا ۱۱ اور مشینی پھیرا ایک برابر ہیں، جبکہ شکل ۱۱.۱۲-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 ”نفصل“ 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 کتنا وقت درکار ہوگا؟  
حل: ساعت کا دوری عرصہ درج ذیل ہوگا۔

$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{2.5 \text{ MHz}} = 400 \text{ ns}$$

چونکہ ہر ایک  $T$  حال کو  $400 \text{ ns}$  درکار ہیں اور ”نقل“ کی ہدایت کی بازیابی اور تعمیل تیرہ  $T$  حال میں ممکن ہے لہذا اس ہدایت کو درج ذیل وقت درکار ہوگا۔

$$13 \times 400 \text{ ns} = 5.2 \mu\text{s}$$

□

جوابات

