

عددی ادوار  
تخلیق و تجزیہ

حنالہ حسان یوسفزئی

khalidyou safzai@hotmail.com

۲/۲ اکتوبر ۲۰۲۳



# عنوان

ix

دیباچہ

xi

میری پہلی کتاب کا دیباچہ

i

۱ شانی نظام

۱

۱.۱ اعشاری نظام گنتی . . . . .

۳

۲.۱ ہشتمی نظام گنتی . . . . .

۳

۳.۱ شانی نظام گنتی . . . . .

۵

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 . . . . .

۱۱

۲ بنیادی حساب

۱۲

۱.۲ شانی نظام میں اعداد منفی کرنا . . . . .

۱۳

۲.۲ اسی تکملہ یا  $r$  کا تکملہ . . . . .

۱۴

۳.۲ اساس منفی ایک تکملہ یا  $(r - 1)$  کا تکملہ . . . . .

۱۵

۴.۲ دو اعداد کی منفی بذریعہ اسی تکملہ . . . . .

۱۷

۵.۲ دو اعداد کی منفی بذریعہ اساس منفی ایک کا تکملہ . . . . .

۱۹

۶.۲ مثبت اور منفی اعداد . . . . .

۲۲

۷.۲ علامت دار و تکملہ نظام . . . . .

۲۵

۳ بولین الجبرا

۲۵

۱.۳ بولین الجبرا کے بنیادی تصورات . . . . .

۲۶

۱.۱.۳ منطقی ضرب . . . . .

۲۷	منطقی جمع	۲.۱.۳
۲۹	منطقی نفی	۳.۱.۳
۲۹	منطقی بلا شرکت جمع	۴.۱.۳
۳۰	منطقی ضد بلا شرکت جمع	۵.۱.۳
۳۰	برقی تاروں میں جوڑ کی وضاحت	۲.۳
۳۱	عددی گیٹ	۳.۳
۳۱	ضرب گیٹ	۱.۳.۳
۳۲	جمع گیٹ	۲.۳.۳
۳۳	غنی گیٹ	۳.۳.۳
۳۳	متعدد مدخل گیٹ	۴.۳.۳
۳۵	ضرب متمم گیٹ اور جمع متمم گیٹ	۵.۳.۳
۳۸	بلا شرکت جمع گیٹ اور بلا شرکت جمع متمم گیٹ	۶.۳.۳
۴۰	گیٹوں کے برقی خواص	۴.۳
۴۱	مستحکم کار	۱.۴.۳
۴۳	مخلوط ادوار	۲.۴.۳
۴۵	بوولین تفاعل کا تخمینہ	۵.۳
۴۵	بوولین تفاعل کا تخمینہ	۱.۵.۳
۴۷	قوسین میں بند بوولین تفاعل	۶.۳
۴۹	بوولین الجبرا کے بنیادی قوانین	۷.۳
۵۳	ڈی مارگن کے کلیات	۸.۳
۵۶	حبثرواں بوولین تفاعل	۹.۳
۵۶	ارکان ضرب کے مجموعہ کی ترکیب	۱۰.۳
۶۰	ارکان جمع کی ترکیب	۱۱.۳
۶۴	مجموعہ ارکان ضرب اور ضرب ارکان جمع کے مابین تبادلہ	۱۲.۳
۶۵	ضرب و جمع دورے متمم ضرب و متمم ضرب دورہ کا حصول	۱۳.۳
۶۷	جمع و ضرب دورے متمم جمع و متمم جمع دورہ کا حصول	۱۴.۳
۶۸	علامتی روپ یا رموز	۱۵.۳
۶۸	ایکسی رموز اور عالمی رموز	۱.۱۵.۳
۷۰	اعشاری اعداد کے شنائی رموز	۲.۱۵.۳
۷۰	گرے رموز	۳.۱۵.۳
۷۳	کارناف نقشہ حیات	۴
۷۳	کارناف نقشے کا بنیادی حنا کہ	۱.۴
۷۵	کارناف نقشے کی بھرائی	۲.۴
۷۵	کارناف نقشے سے تفاعل کی سادہ مساوات کا حصول	۳.۴
۷۷	دو آزاد متغیر تفاعل	۱.۴.۴
۸۰	تین متغیر تفاعل	۲.۴.۴
۸۳	چار متغیر تفاعل	۳.۴.۴
۸۵	سادہ مساوات سے تفاعل کے ارکان ضرب کا حصول	۴.۴.۴
۸۵	ضرب ارکان جمع کے روپ میں سادہ مساوات	۴.۴

۵.۴ غیر دلچسپ حال ..... ۸۷

۵	ترکیبی منطق اور ترتیبی ادوار	۸۹
۱.۵	شنائی جمع کار اور شنائی منفی کار	۸۹
۱.۱.۵	نصف جمع کار	۹۰
۲.۱.۵	مکمل جمع کار	۹۲
۳.۱.۵	منفی کار	۹۶
۴.۱.۵	اعشاری جمع کار	۹۹
۲.۵	شنائی ضرب کار	۱۰۱
۳.۵	شناخت کار	۱۰۲
۴.۵	شناخت کار کی مدد سے تفاعل کا حصول	۱۰۹
۵.۵	داخلی منتخب کار اور خارجی منتخب کار	۱۱۲
۱.۵.۵	خارجی منتخب کار	۱۱۲
۲.۵.۵	داخلی منتخب کار	۱۱۳
۳.۵.۵	داخلی منتخب کار سے تفاعل کا حصول	۱۱۵
۶.۵	متوازی شنائی ضرب کار	۱۱۷

۶	معاصر ترتیبی منطق اور ادوار	۱۲۱
۱.۶	گیٹوں کے اوقات کار	۱۲۲
۲.۶	پلٹ کار	۱۲۳
۳.۶	ساعت	۱۲۷
۴.۶	متمم ضرب گیٹ ایس آر پلٹ کار	۱۲۸
۱.۴.۶	غیر فعال مد داخل پلٹ کار، حال برقرار رکھتا ہے	۱۲۹
۲.۴.۶	مد داخل S فعال کرنے سے پلٹ کار بلند حال اختیار کرتا ہے	۱۲۹
۳.۴.۶	مد داخل $\bar{R}$ فعال کرنے سے پلٹ کار پست حال اختیار کرتا ہے	۱۳۰
۴.۴.۶	حال دوڑ	۱۳۱
۵.۶	زیادہ مد داخل پلٹ کار	۱۳۱
۶.۶	متابل محباز و معذور پلٹ کار	۱۳۲
۷.۶	آفت اعلا م پلٹ کار	۱۳۴
۸.۶	ڈی پلٹ کار	۱۳۷
۱.۸.۶	آفت اعلا م پلٹ کار سے حاصل کردہ ڈی پلٹ کار	۱۳۷
۹.۶	ڈی پلٹ کار	۱۳۹
۱۰.۶	جے کے پلٹ کار	۱۴۲
۱.۱۰.۶	ٹی پلٹ کار	۱۴۵
۱۱.۶	شنائی گنت کار	۱۴۶
۱۲.۶	سلسلہ وار شنائی جمع کار	۱۴۷
۱۳.۶	معاصر ترتیبی ادوار کا تجزیہ	۱۴۸
۱.۱۳.۶	مساوات حال	۱۴۸
۲.۱۳.۶	جدول حال	۱۴۹
۳.۱۳.۶	خاکہ حال	۱۵۰

۱۵۰	۴.۱۳.۶	ڈی پلٹ کار پر مبنی ترتیبی دور
۱۵۱	۵.۱۳.۶	جے کے پلٹ کار پر مبنی ترتیبی دور
۱۵۵	۶.۱۳.۶	ٹی پلٹ کار کی مدد سے ترتیبی دور کا جائزہ
۱۵۶	۱۴.۶	میلی اور موری نمونہ
۱۵۷	۱.۱۴.۶	حال اور ان کی مقرری
۱۵۸	۱۵.۶	معاصر ترتیبی ادوار کی بناوٹ

۱۶۳	۷	دفتر
۱۶۵	۱.۷	سلسلہ وار دفتر
۱۶۵	۱.۱.۷	دائیں انتقال دفتر
۱۶۵	۲.۱.۷	بائیں انتقال دفتر
۱۶۶	۳.۱.۷	دائیں و بائیں انتقال دفتر
۱۶۶	۲.۷	متوازی بھرائی دفتر
۱۶۷	۳.۷	عالمگیر انتقال دفتر
۱۷۰	۴.۷	سلسلہ وار شنائی جمع کار

۱۷۳	۸	گنت کار
۱۷۳	۱.۸	شنائی گنت کار
۱۷۴	۲.۸	معاصر گنت کار
۱۷۵	۱.۲.۸	معاصر شنائی گنت کار
۱۷۷	۲.۲.۸	شنائی علامتی روپ معاصر اعشاری گنت کار
۱۷۹	۳.۸	دیگر گنت کار
۱۷۹	۱.۳.۸	متغیر لمبائی گنت کار
۱۷۹	۲.۳.۸	بے ترتیب گنت کار
۱۸۰	۳.۳.۸	چھلا گنت کار
۱۸۰	۴.۳.۸	دورانیہ پیدا کار

۱۸۳	۹	حافظ
۱۸۴	۱.۹	عارضی حافظ
۱۸۷	۲.۹	پختہ حافظ
۱۸۹	۳.۹	حافظ کی استعداد بڑھانے کی ترکیب
۱۸۹	۱.۳.۹	دو عدد $4 \times 4$ حافظے سلسلہ وار جوڑ کر ایک عدد $8 \times 4$ حافظے کا حصول
۱۹۰	۲.۳.۹	تین $8 \times 16$ حافظے سلسلہ وار جوڑ کر ایک $8 \times 48$ حافظے کا حصول
۱۹۱	۳.۳.۹	دو $4 \times 4$ حافظے متوازی جوڑ کر $8 \times 4$ حافظے کا حصول
۱۹۱	۴.۹	حافظ کے اوقات کار
۱۹۲	۵.۹	پختہ حافظے سے ترکیبی ادوار کا حصول

۱۹۵	۱۰	غیر معاصر ترتیبی ادوار
۱۹۶	۱.۱۰	تجزیہ
۱۹۷	۱.۱.۱۰	عبوری جدول
۱۹۹	۲.۱.۱۰	بہاؤ کا جدول

۳.۱.۱۰ حالت دوڑ . . . . . ۲۰۰

جوابات ۲۰۷





## باب ۱۰

### 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 بھی 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 1.11 میں نہایت سادہ دور دکھایا گیا ہے جس کو سرسری نظر سے دیکھ کر یوں محسوس ہوتا ہے کہ ضرب گیٹ 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 گیٹ کا مخارج حال تبدیل کرے گا۔ یہ تاخیر منفی گیٹ کے دورانیہ رد عمل کی بدولت ہے۔ شکل میں  $A$  اور  $\bar{A}$  کے خط کھینچے ہوئے یہ تاخیر دکھائی گئی ہے۔ اگر ضرب گیٹ کا دورانیہ رد عمل صفر ہوتا تب ضرب گیٹ کا مخارج ان دو مداحل کے مطابق حال  $Y_0$  اختیار کرتا۔ حقیقتاً ضرب گیٹ کو بھی رد عمل کے لئے چند لمحات درکار ہوں گے لہذا ضرب گیٹ کا مخارج  $Y$  ہوگا۔

آپ دیکھ سکتے ہیں ضرب گیٹ کا مخارج غیر مطلوبہ طور پر، منفی گیٹ 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 لرزش یا مختصراً

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 جا سکتی ہے، تاہم لرزش کی اصطلاح عموماً غیر مطلوب دھڑکن کے لئے استعمال کی جاتی ہے اور ان سے معاصر ادوار کو پاک رکھا جاتا ہے۔

لرزش کی وجہ سے ادوار عبوری<sup>۳</sup> حالت 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<sup>۴</sup> میں روشنی کی رفتار<sup>۵</sup> کے برابر ہوتی ہے۔ یوں ایک نینو سیکنڈ میں برقی دباؤ تقریباً  $0.3 = 10^{-9} \times 10^8 \times 3$  میٹر یعنی 30 میٹر فی صدمہ طے کرتا ہے۔ آئیے دیکھتے ہیں اگر پچھلی مثال تبدیل کر کے نئی گیٹ کی جگہ 30 سینٹی میٹر برقی تار لگائی جائے اور ضرب گیٹ کی جگہ بلاشرکت جمع گیٹ نصب کیا جائے تو دور کا رد عمل کیا ہوگا (شکل 2.11 دیکھیں)۔

اشارہ  $A$  گیٹ کے ایک داخلی پن پر مہیا کیا گیا ہے جبکہ یہی اشارہ تیس نئی میٹر برقی تار سے گزار کر دوسرے داخلی پن پر مہیا کیا گیا ہے جہاں اشارے کو  $A_t$  کہا گیا ہے۔ تار کو بل دار کلیر سے ظاہر کیا گیا ہے۔ یوں اشارہ  $A_t$  گیٹ کے دوسرے پن تک تاخیر سے پہنچتا ہے۔ اشارہ  $A$  بلند یا پست ہونے کے ایک نینو سیکنڈ بعد اشارہ  $A_t$  بلند یا پست ہوگا۔ گیٹ کا دورانیہ رد عمل نظر انداز کرتے ہوئے گیٹ کا محسوس  $Y_0$  ہوگا۔ گیٹ کا دورانیہ رد عمل مد نظر رکھتے ہوئے محسوس  $Y$  ہوگا۔ گیٹ کے محسوس 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 یا درکنے کی صلاحیت رکھتی ہیں۔

آپ نے دیکھا مختلف طرز کی تاخیر دور میں لرزشیں پیدا کرتی ہیں۔ جہاں والپیٹ<sup>۶</sup> اشارہ تاخیر سے پہنچ کر محسوس تبدیل کرتا ہو وہاں دوران تاخیر محسوس اور تاخیر کے بعد محسوس مختلف ہوں گے جس سے نا پائیدار حالت<sup>۱</sup> پیدا ہوگی۔

جب بھی ایک سے زیادہ اشارے بیک وقت تبدیل ہوں، گیٹ اور برقی تاروں میں ناقتابل معلوم تاخیر کی بدولت، ان کے اثرات حباقت تقریباً ناممکن ہوگا۔ اس مسئلے سے بچنے کی خاطر غیر 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 طریقہ کار<sup>۷</sup> کے تحت چلنا کہتے ہیں۔

<sup>۲</sup> glitch  
<sup>۳</sup> transition state  
<sup>۴</sup> ہے۔ سیکنڈ فی میٹر  $3 \times 10^8$  رفتار کی روشنی میں حلاء  
<sup>۵</sup> feedback signal  
<sup>۶</sup> unstable condition  
<sup>۷</sup> fundamental mode

## ۱۰.۱ تجزیہ

غیر معاصر ترتیبی ادوار<sup>۸</sup> سے مراد ایسے ادوار ہیں جن میں (i) بغیر ساعت والے پلٹ پائے جہائیں اور یا (ب) ان میں ایک یا ایک سے زیادہ مخارج بطور واپسیوں اشارات استعمال ہوں۔ جیسے اوپر ذکر کیا گیا، مختلف نوعیت کی تاخیر کی بنا پر واپسیں اشارات لمحاتی طور پر حافظہ کی صلاحیت رکھتے ہیں۔

جب خارجی اشارہ، مثلاً  $D$ ، بطور داخلی اشارہ استعمال ہو کر اپنی ہی قیمت ( $D$ ) تعین کرنے میں کردار ادا کرتا ہو، یہ واپسیوں اشارہ کہلاتا ہے۔

اس حصہ میں بغیر پلٹ ادوار پر غور کیا جائے گا۔ پلٹ والے دور پر اگلے حصہ میں غور کیا جائے گا۔

## ۱۰.۱.۱ عبوری جدول

غیر معاصر ترتیبی ادوار پر غور ان کے عبوری جدول<sup>۱۰</sup> کی مدد سے کیا جاتا ہے۔ یہ طریقہ شکل 3.11 میں دیے گئے دور کی مدد سے کیے جاتے ہیں۔

پلٹ کی غیر موجودگی کے باوجود اس کو ترتیبی دور اس لئے کہیں گے کہ خارجی اشارے  $A$  اور  $B$  بطور واپسیں اشارات،  $a$  اور  $b$ ، استعمال کیے گئے ہیں۔ دور سے خارجی حال کی مساوات لکھتے ہیں۔

$$\begin{aligned} A &= (b + x) \cdot (a + \bar{x}) \\ B &= (b + x) \cdot (\bar{a} + \bar{x}) \end{aligned} \quad (10.1)$$

مساوات حاصل کرتے وقت واپسیں اشاروں کو عام مداحصل تصور کریں۔ یوں  $x$  کو بیرونی مداحصل جبکہ  $a$  اور  $b$  کو اندرونی مداحصل تصور کریں۔ ان مساوات میں  $a$  اور  $b$  موجودہ مختار جبکہ  $A$  اور  $B$  اگلے مختار ہیں۔ ان مساوات سے جدول 10.1 حاصل ہوگا جس سے عبوری جدول کا حصول شکل 4.11 میں دکھایا گیا ہے۔

جدول 10.1 میں پیش مال کے متغیرات<sup>۱۱</sup>  $A$  اور  $B$  کی معلومات کو علیحدہ علیحدہ کارنانف نقٹوں کی طرز پر لکھا گیا ہے جس سے عبوری جدول کے حصول میں آسانی پیدا ہوتی ہے۔ کارنانف نقٹوں کی بائیں جانب قطار کی صورت میں اندرونی مداحصل  $ab$  کی قیمتیں جبکہ اوپر جانب صف کی صورت میں بیرونی مداحصل  $x$  کی قیمتیں لکھی جاتی ہیں۔

عبوری جدول میں  $A$  اور  $B$  کی قیمتیں ساتھ ساتھ  $AB$  لکھی جاتی ہیں۔ کارنانف نقٹوں کی آخری صفوں کی دائیں قطاروں میں  $A$  کی قیمت 1 جبکہ  $B$  کی قیمت 0 ہے۔ عبوری جدول کی ٹچلی صف اور دائیں قطار کے حنا میں ان قیمتوں کو ساتھ ساتھ 10 لکھا گیا ہے۔ اس عمل کی وضاحت نکتہ دار لکیریوں سے کی گئی ہے۔

عبوری جدول میں صف در صف چلتے ہوئے جب بھی صف میں موجودہ مختار  $ab$  اور اگلے مختار  $AB$  کی قیمت یکساں ہو،  $AB$  کی قیمت دائرے میں بند کریں۔ دائرہ میں بند حال پائیدار (مستحکم) جبکہ باقی ناپائیدار یعنی

<sup>۸</sup> asynchronous combinational circuit  
<sup>۹</sup> feedback signal  
<sup>۱۰</sup> transition table  
<sup>۱۱</sup> state variables

جدول ۱۰:۱: 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

عبوری<sup>۱۲</sup> ہوں گے۔

شکل 5.11 پر نظر رکھ کر عبوری جدول کے استعمال پر غور کرتے ہیں۔ جدول کی  $ab = 00$  صف اور  $x = 0$  قطار میں واقع خانے کو ابتدائی خانہ<sup>۱۳</sup> کہا گیا ہے، جس میں  $ab = 00$  اور  $x = 0$  کی صورت میں  $AB$  کی قیمت درج ہے۔ فرض کریں ابتدائی خانہ 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 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 ”پہلا قدم“ کہا گیا ہے۔ پہلے قدم کو تیسرا در لکیر سے ظاہر کیا گیا ہے جو عبوری خانے سے گزر کر مستحکم خانے 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 واپس 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 معتام 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۔ اسی طرح چلاتے ہوئے  $x$  کی قیمت بار بار تبدیل کرنے سے دور بالترتیب 00، 01، 11، اور 10 مستحکم حال اختیار کرے گا۔ ہر مرتبہ 10

<sup>۱۲</sup>transient state

<sup>۱۳</sup>اسی بھی مستحکم حال خانے کو ابتدائی خانہ منتخب کیا جاسکتا ہے۔

- تک پہنچ کر یہی ترتیب دوبارہ دہرائی جائے گی۔ شکل میں تیسرے وار لکیریوں سے یہ مراحل دکھائے گئے ہیں۔
- دور کا حال  $AB$  کی بجائے  $ABx$  لکھا جاتا ہے۔ یوں  $000$ ،  $011$ ،  $110$  اور  $101$  مستحکم حالت جبکہ  $001$ ،  $010$ ،  $111$  اور  $100$  عبوری حالت 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 کاریاں بیان کرتے ہیں۔
- دور میں تمام واپسیوں اور واپسیوں دائروں<sup>۱۴</sup> کی نشاندہی کریں۔
  - کسی بھی ترتیب سے واپسیوں کے مخارج کی شناخت  $A$ ،  $B$ ،  $C$ ، وغیرہ جبکہ اسی ترتیب سے ان کے واپسیوں اشارات کی شناخت  $a$ ،  $b$ ،  $c$ ، وغیرہ سے کریں۔
  - بیرونی اور اندرونی مداحل کی صورت میں تمام مخارج کے پولین تقاضا حاصل کریں۔
  - ان تقاضا حاصل کے کارٹاف نقشہ بنائیں۔
  - تمام کارٹاف نقشوں کو ایک عبوری جدول میں یکجا کریں۔ عبوری 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۔
- عبوری جدول کے حصول کے بعد بیرونی مداحل تبدیل کر کے دور کے عبوری حال پر غور کیا جاسکتا ہے۔

## ۱۰.۱.۲ بہاؤ کا جدول

- شکل 4.11 میں عبوری جدول لکھتے ہوئے خانوں میں پولین 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۔ عبوری جدول میں یہ نام استعمال کر کے، شکل 6.11 میں پیش، بہاؤ کا جدول<sup>۱۵</sup> حاصل ہوگا۔
- شکل 6.11 میں پیش بہاؤ کے جدول کے 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 اولیٰ بہاؤ کا جدول<sup>۱۶</sup> کہلاتا ہے۔

<sup>۱۴</sup> feedback loops<sup>۱۵</sup> flow table<sup>۱۶</sup> primitive flow table

شکل 7.11 میں ایک ایسا ہوا کا جدول دکھایا گیا ہے جس کی صفوں میں ایک سے زیادہ مستحکم حال پائے جاتے ہیں۔ مثلاً پہلی صف میں، اور مستحکم حال ہیں۔ ایسے جدول کو غیر اولین ہوا کا جدول کہتے ہیں۔

ہوا کا جدول سے دور حاصل کرنے کی خاطر پہلے عبوری جدول حاصل کرتے ہیں۔ جدول کے دو صف سے ظاہر ہے کہ دور کے دو ممکنہ حال ہیں۔ دو ممکنہ صورتوں کو ایک بٹ کے عدد سے ظاہر کیا جاسکتا ہے۔ یوں حال کو اور حال کو لکھتے ہوئے عبوری جدول حاصل کیا جاتا ہے۔ اسے شکل میں دکھایا گیا ہے۔

دور کے مختار ج کو لکھتے ہوئے عبوری جدول سے اس کا تفاعل حاصل کرتے ہیں۔

(2.11)

اس تفاعل کا دور شکل 8.11 میں دکھایا گیا ہے۔

اس ہوا کا جدول کے استعمال پر شکل 9.11 کی مدد سے غور کرتے ہیں۔ تصور کریں کہ بیرونی مداخلتی قیمت، یعنی، اور دور حاصل ہے۔ اگر کو تبیل کے بغیر کی قیمت دی جائے، یعنی دیا جائے، تو عبوری جدول کے مطابق دور عبوری طور پر غیر مستحکم حال اختیار کرتے ہوئے آخر کار مستحکم حال اختیار کر لے گا۔ اب اگر کی قیمت رکھتے ہوئے کی قیمت بھی کر دی جائے، یعنی دیا جائے، تو دور حاصل ہی رہے گا۔ اس اختتامی خانہ کو شکل میں پہلا اختتامی خانہ کہا گیا ہے۔ شکل میں ابتدائی خانہ سے پہلی اختتامی خانہ تک پہنچنے کا عمل تین تیسرے دار لکھیروں سے دکھایا گیا ہے جہاں پہلا تیسرے مستحکم حال سے عبوری حال کا حصول جبکہ دوسرے تیسرے یہاں سے مستحکم حال کا حصول دکھلاتا ہے۔ تیسرے تیسرے مستحکم حال سے مستحکم حاصل ہی رہنے کو ظاہر کرتا ہے۔

دیکھتے ہیں کہ اگر ابتدائی خانہ سے شروع کرتے وقت بجائے برقرار رکھتے اور تبدیل کرنے کے ہمسائی قیمت رکھتے ہوئے کی قیمت رکھتے ہیں، یعنی کرتے ہیں۔ ایسے کرتے ہوا کا جدول کے مطابق نظام حالی برقرار رکھے گا۔ اب اگر کی قیمت بھی کر دی جائے، یعنی دیا جائے، تو نظام کا اختتامی حالی رہے گا۔ اس اختتامی خانہ کو شکل میں دوسرا اختتامی خانہ کہا گیا ہے۔ آپ نے دیکھا کہ اختتامی حال، بیرونی مداخلت کے تبدیلی کے ترتیب پر منحصر ہے۔ اس مثال میں ابتدائی بیرونی مداخلت کے اختتامی بیرونی مداخلتیں۔ بھولے گا نہیں کہ ایسے ادوار کے صحیح استعمال میں ایک سے زیادہ بیرونی مداخلت ایک وقت تبدیل نہیں کیے جاسکتے۔ یوں سے ابتدا کرتے ہوئے ہم سیدھا پر نہیں جاسکتے۔ ایسا کرنے سے، نامتابل معلوم تاخیرات کی بنا پر، اختتامی حال دریافت کرنا ناممکن ہوتا ہے۔

### ۱۰.۱.۳ حالت دوڑ

حالات دوڑ 13 کا تذکرہ اس آر پلٹ پر تبصرے کے وقت آیا تھا۔ اس حصہ میں اس پر تفصیلاً گفتگو ہو گی۔ حالات دوڑ اس صورت کو کہتے ہیں جب کسی بیرونی اشارہ کے تبدیل ہونے سے دور کے ایک سے زیادہ حال تبدیل ہوں۔ تاخیرات کی وجہ سے ایسی صورت میں حال کی تبدیلی مکمل طور پر جاننا ناممکن ہو جاتا ہے۔ مثلاً دو حال والے دور کی موجودہ مستحکم حالت۔ بیرونی مداخلت کی تبدیلی سے اس کے دونوں حال تبدیل ہوتے ہیں اور آخر کار مستحکم حال اختیار کر لیتا ہے۔ اگر پہلی واپس راہ میں تاخیر دوسری واپس راہ کے تاخیر سے کم ہو تو دور مستحکم حال سے عبوری حال اور آخر کار مستحکم حال اختیار کرے گا جبکہ اگر دوسری راہ میں تاخیر پہلی راہ سے کم ہو تب حال سے عبوری حال اور پھر ہو گا۔ لہذا آپ نے دیکھا کہ جس ترتیب سے حال تبدیل ہوتے ہیں اسے

جہاں ممکن نہیں 14۔ اگر عبوری حال کے تبدیلی کی ترتیب حتمی حال متعین کرنے میں کردار ادا کرے اور یہ ممکن ہو کہ دور دو مختلف حتمی مستحکم حال اختیار کر سکے، اس صورت میں دوڑ کو بحیرانی دوڑ 15 کہتے ہیں۔ کسی بھی دور کے کارآمد استعمال کے لئے یہ اشد ضروری ہے کہ اس میں بحیرانی دوڑ کی صورت ممکن نہ ہو۔ اگر عبوری حال کے تبدیلی کی ترتیب کا حتمی مستحکم حال پر کوئی اثر نہ ہو، اس صورت میں دوڑ کو غیر بحیرانی دوڑ 16 کہتے ہیں۔

بحیرانی دوڑ کی ایک مثال شکل 10.11 میں دکھائی گئی ہے۔ یہاں حال کو مکمل حال کے طور پر یعنی کھتے ہوئے اگر سے ابتدا کی جائے اور بیرونی مدار کو گھومے کیا جائے تو دور حتمی حاکمی جانب دوڑ لگائے گا۔ تاخیرات کی وجہ سے دور تین ممکنہ حال یعنی، اور میں سے کسی بھی حال تک پہنچ سکتا ہے۔ شکل میں یہ تینوں عبوری حال پہلے صف میں دکھائے گئے ہیں۔ اگر دور کے عبوری حال تک پہلے پہنچے تو یہ یہاں سے ہوتے ہوئے حتمی مستحکم حال اختیار کر لے گا اور یہیں رہے گا۔ اس حال کو دوسری صف میں دائرہ میں بند دکھایا گیا ہے۔ اگر دونوں واپسیں راہ میں مائل تاخیرات بالکل برابر ہوں تو دور عبوری حال میں پہلے پہنچے گا اور یہاں سے ہوتے ہوئے حتمی مستحکم حال اختیار کر لے گا اور یہیں رہے گا۔ اس حتمی مستحکم حال کو تیسری صف میں دائرہ میں بند دکھایا گیا ہے۔ تیسری صورت میں دور پہلے عبوری حال پہنچے گا۔ یہاں سے یہ آخری صف کی جانب رواں ہوگا لیکن آخری صف از خود عبوری حال ہے۔ یوں دور عبوری حال سے بھی گزر کر آخر کار تیسری صف کے حتمی مستحکم حال تک پہنچے گا۔ اس مثال میں دو حتمی حال ممکن ہیں۔ یہ دریافت کرنا ناممکن ہے کہ دور ان میں سے کس حتمی حال تک پہنچتا ہے۔ اس شکل میں بائیں جانب کی قطار حالی اس لئے رکھی گئی ہے کہ ہم صرفے کی جانب جاتے دور پر غور کر رہے ہیں۔ اس صورت میں ان حانوں کے اندراج کی ہمیں ضرورت نہیں۔ شکل 11.11 میں بحیرانی دوڑ کی دوسری مثال دکھائی گئی ہے جہاں تین ممکنہ حتمی حال پائے جاتے ہیں۔ اگر مکمل مستحکم حال سے ابتدا کرتے ہوئے بیرونی مدار کو گھومتے ہوئے دور حتمی حاکمی طرف دوڑ لگائے گا۔ بالکل اوپر مثال کی طرح، تین ممکنہ عبوری صورتیں ہیں۔ ایک عبوری صورت ہے جہاں سے یہ دوسری صف میں دکھائے حتمی مستحکم حال تک پہنچتا ہے۔ دوسری عبوری صورت ہے جہاں سے یہ تیسری صف کے حتمی مستحکم حال پہنچتا ہے اور تیسری عبوری صورت ہے جہاں سے یہ آخری صف میں دکھائے حتمی مستحکم حال تک پہنچتا ہے۔ اس مثال میں تین ممکنہ حتمی مستحکم حال ہیں۔ یہ جہاں ناممکن ہے کہ ان میں سے دور کس حال کو اختیار کرتا ہے۔

اب دیکھتے ہیں غیر بحیرانی دوڑ کی ایک مثال جسے شکل 12.11 میں دکھایا گیا ہے۔ اس مثال میں ابتدا سے کرتے تین عبوری حال ممکن ہیں۔

ایک ممکنہ عبوری حال ہے جہاں سے دور دوسری صف کے ایک اور عبوری حال اور یہاں سے تیسری صف کے عبوری حال سے ہوتے ہوئے آخر کار چوتھی صف کے حتمی مستحکم حال تک پہنچتا ہے۔ دوسری ممکنہ عبوری حال ہے جہاں سے یہ تیسری صف کے عبوری حال سے ہوتے ہوئے آخر کار آخری صف کے حتمی مستحکم حال تک پہنچتا ہے۔ تیسری ممکنہ عبوری حال ہے جہاں سے یہ ہوتے ہوئے آخری صف کے حتمی مستحکم حال پہنچ جاتا ہے۔ اس مثال میں اگرچہ تین مختلف ممکنات موجود ہیں لیکن حتمی مستحکم حال سب کا ایک ہی ہے۔ یوں یہ غیر بحیرانی دوڑ ہے۔ اگر دور مخصوص اور منفرد عبوری حال سے گزر کر حتمی مستحکم صورت اختیار کرتا ہو تو اسے پھیلا 17 لگنا کہتے ہیں۔ اس کی مثال شکل 13.11 میں دی گئی ہے۔

ان اشکال پر غور کریں۔ ان میں دوڑ کی حال نہیں پائی جاتی چونکہ ایک وقت میں صرف ایک منحارج حال تبدیل کرتا ہے البتہ حتمی حال تک پہنچنے کی خاطر دور کو مخصوص اور منفرد عبوری حال سے گزرتا ہوتا ہے۔ شکل کے حصہ

الف میں دور سے عبوری حال اور پھر سے حتمی حالت پہنچتا ہے۔ اسی طرح حصہ ب میں عبوری حال کے راستے حتمی حال اختیار کرتا ہے۔

4.1.11 توازن اور تعادل ایسے دور جو پھیرے لگاتے ہوئے کسی بھی حتمی مستحکم حال تک نہ پہنچ پائے کو غیر مستحکم دور 18 کہتے ہیں۔ شکل 14.11 میں اس کی مثال دکھائی گئی ہے۔ اگر بیرونی مداخلت کو کیا جائے تو دور ایک عبوری حال سے دوسری عبوری حال منتقل ہوتا رہتا ہے مگر کسی مستحکم حال تک نہیں پہنچ پاتا۔ اس طرح کے ادوار بطور سرعش 19 استعمال کیے جاتے ہیں۔ بطور سرعش استعمال ہونے والے ادوار کے علاوہ ادوار کو کسی صورت غیر مستحکم نہیں ہونے دیا جاتا۔

2.11 حالت دوڑ سے پاک شنائی علامتوں کا تقرر حالت دوڑ کی صورت اس وقت پیدا ہوتی ہے جب ایک سے زیادہ مختار بیک وقت حال تبدیل کرنے کی کوشش کریں۔ بحرانی دوڑ کی صورت میں ادوار متاثر استعمال نہیں رہتے۔ اس حصہ میں بحرانی دوڑ کے خاتمے پر غور کیا جائے گا۔ یہ یاد دہانی کراتے ہیں کہ غیر معاصر ادوار کو استعمال کرتے وقت ان کے مداخلت پر یہ شرط لاگو کی جاتی ہے کہ کسی بھی وقت صرف ایک مداخلت حال تبدیل کر سکتا ہے لہذا ایک سے زیادہ مداخلت کی تبدیلی کی فہرست اس حصہ کو پڑھتے ہوئے نہ کریں۔ جن ادوار میں ایک وقت پر صرف ایک مختار حال تبدیل کرنے کی کوشش کرے، ایسے ادوار حالت دوڑ سے دوچار نہیں ہوتے۔ اسی 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۔ اگر ایسے حال جن کے مابین، عبوری جدول میں، تبادلہ پایا جائے کو ہماری شنائی علامتیں تعین کی جائیں تو دور بحرانی دوڑ سے دوچار نہیں ہوگا۔ دو شنائی اعداد کو اس صورت ہماری اعداد کہا جاتا ہے جب ان میں صرف ایک ہندسہ مختلف ہو۔ یوں اور ہماری اعداد 20 ہیں چونکہ ان اعداد میں صرف ایک ہندسہ مختلف ہے۔ اسی طرح اور آپس میں ہماری ہیں جبکہ اور آپس میں ہماری نہیں ہیں۔ اس ترکیب کو شکل 15.11 کے الف میں دیے مثال کی مدد سے دیکھتے ہیں۔

اس شکل میں کل چار صف ہیں۔ یوں دوہٹ عبوری حال 21 سے اس کے چار ممکنہ حال بیان کیے جا سکتے ہیں۔ ہم حال کے لئے، حال کے لئے، حال کے لئے اور حال کے لئے کی عبوری حال منتخب کرتے ہیں۔ ایسا کرنے سے دیکھتے ہیں کہ کیا نتائج رونما ہوتے ہیں۔ اس شکل کی پہلی صف میں اگر کی قیمتیں کی جائے تو حالے تبدیل ہو کر ہو جائے گا۔ ہم دیکھتے ہیں کہ عبوری حال کی قیمتیں ہو جائے گی۔ یوں عبوری حال کی صرف ایک ہٹ تبدیل ہوتی ہے اور یوں اس صورت میں حالت دوڑ پیدا نہیں ہوتا۔ اب دیکھتے ہیں کہ اگر شکل کی پہلی صف میں کی قیمتیں کی جائے تو حالے تبدیل ہو کر ہو جائے گا۔ ہم دیکھتے ہیں کہ عبوری حال کی قیمتیں ہونے کی کوشش کرے گی جس سے حالت دوڑ پیدا ہوتا ہے۔ یوں ہم دیکھتے ہیں کہ دوہٹ کی عبوری حال کے تقرر سے حالت دوڑ سے بچنا ممکن نہیں۔ ایسی صورت میں دو سے زیادہ ہٹ پر مبنی عبوری حال استعمال کر کے دیکھا جاتا ہے کہ آیا حالت دوڑ سے بچنا ممکن ہے۔ کبھی کبھار ایسا ممکن ہوتا ہے کہ چار صف کی عبوری جدول میں دوہٹ عبوری حال اس طرح تقرر کیے جائیں کہ حالت دوڑ پیدا نہ ہو۔ شکل کے حصہ ب میں عبوری حال کی ترتیب بدل کر ایسا کرنے کی کوشش کی گئی ہے جہاں آپ دیکھ سکتے ہیں کہ پہلی صف سے شروع کرتے حالے حتمی کے قیمتیں ہوتی ہے جبکہ حالے حتمی سے کی قیمتیں ہوتی ہے۔ دونوں صورتوں میں چونکہ عبوری حال کی صرف ایک ہٹ تبدیل ہوتی ہے لہذا پہلی صف میں حالت دوڑ کا کوئی امکان نہیں۔ البتہ دوسری صف کو دیکھتے ہوئے اگر مداخلت کی قیمتیں کی جائے تو حالے



تبدیل ہو کر ہو جائے گا اور اس شکل میں متغیرہ حائلی قیمتیں ہو جائے گی۔ اس صورت عبوری حال کے دوپٹ بیک وقت تبدیل ہوتے ہیں جو کہ حالت دوڑ پیدا کرتا ہے۔ ان دو صورتوں سے ظاہر ہے کہ موجودہ مسئلہ میں دوپٹ کے عبوری حال کی تقرری سے حالت دوڑ سے غبات حاصل کرنا ممکن نہیں۔ ایسی صورت میں حالت دوڑ سے پاک عبوری حال کے لئے ہم ایک بلند پٹ تقرری 22 کا طریقہ استعمال کریں گے۔ یہ طریقہ استعمال میں نہایت آسان ہے۔ آئیے اس طریقہ کو اسی مثال پر استعمال کرتے دیکھیں۔ شکل 16.11 میں اسی مثال کو لیتے ہوئے عبوری حال کو چار پٹ رکھا گیا ہے۔ مزید یہ کہ ہر حال کے عبوری حال کی تقرری یوں کی گئی ہے کہ اس میں صرف ایک بلند پٹ ہو۔ یوں حاکا متغیرہ حالمقرر کیا گیا ہے جبکہ حاکا، حاکا اور حاکا مقرر کیا گیا ہے۔

شکل 16.11 میں جدول کی پہلی صف میں اگر مداحل کی قیمتیں کی جائے تو دور حالے حالمقتل ہوتا ہے۔ یوں عبوری حال کی قیمتیں تبدیل ہو کر ہو گی جس سے دوپٹ تبدیل ہوتے ہیں اور یوں یہ حالت دوڑ پیدا کرے گی۔ اس صورت سے یوں بچا جاسکتا ہے کہ جدول میں ایک نیا عبوری حال، شامل کیا جائے اور اس عبوری حال کو استعمال کرتے، حالے عبوری حال کے ذریعہ حائلی پھنچا جائے۔ عبوری حال کا عبوری حال یوں مقرر کیا جاتا ہے کہ یہ حال اور حالدونوں کا ہمایہ عدد ہو۔ ایسا عدد دیے۔ یوں حاکا متغیرہ حالمقرر کیا جاتا ہے اور جدول کو تبدیل کر کے کی قطار کے حائلی صف میں کو تبدیل کر کے لکھ لیا جاتا ہے جبکہ اسی قطار میں حائلی صف میں لکھا جاتا ہے۔ ایسا کرنے سے جدول تبدیل ہو کر شکل 17.11 کی شکل اختیار کر لے گا۔

اس شکل کی پہلی صف میں مداحل کی سے تبدیلی سے مشین حالے عبوری حال اختیار کرتے ہوئے آخر کار حقی مستحکم حائلی پھنچتا ہے۔ شکل میں نکتہ دار تیسر دار لکسروں سے یہ عمل دکھایا گیا ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ اس پورے عمل میں کسی ایک قدم پر عبوری حال کا صرف ایک پٹ تبدیل ہوتا ہے اور یوں یہ حالت دوڑ سے پاک ہے۔ شکل میں کے صف میں باقی خانے حائلی رکھے گئے ہیں۔ ان میں سے کچھ خانے زیر استعمال آئیں گے اور کچھ نہیں۔ زیر استعمال نہ آنے والے خانے حائلی رکھے جاتے ہیں۔ ان کی قیمت غیر ضروری 23 ہوتی ہے۔ اسی سلسلہ کو پہلی صف میں مداحل کے سے کے تبادلہ کی صورت میں استعمال کرتے ہیں۔ شکل 17.11 میں آپ دیکھ سکتے ہیں کہ ایسا کرنے سے مشین حالے حالمقتل ہونا چاہتا ہے۔ عبوری حال کو دیکھتے ہوئے یہ بات واضح ہے کہ یہ تبدیلی ہو کر ہونا چاہتا ہے۔ البتہ ایسا کرنے سے حالت دوڑ پیدا ہوتا ہے جسے ہم بالکل پچھلی صورت کی طرح حل کریں گے۔ اس صورت سے یوں بچا جاسکتا ہے کہ جدول میں ایک نیا عبوری حال، شامل کیا جائے اور اس عبوری حال کو استعمال کرتے، حالے عبوری حال کے ذریعہ حائلی پھنچا جائے۔ عبوری حال کا عبوری حال یوں مقرر کیا جاتا ہے کہ یہ حال اور حالدونوں کا ہمایہ عدد ہو۔ ایسا عدد دیے۔ یوں حاکا متغیرہ حالمقرر کیا جاتا ہے اور جدول کو تبدیل کر کے کی قطار کے حائلی صف میں کو تبدیل کر کے لکھ لیا جاتا ہے جبکہ اسی قطار میں حائلی صف میں لکھا جاتا ہے۔ ایسا کرنے سے جدول تبدیل ہو کر شکل 18.11 کی شکل اختیار کر لے گا۔

یہی طریقہ کار تمام خانوں کے لئے دہرایا جاتا ہے۔ ایسا کرنے سے شکل 19.11 حاصل ہوتا ہے۔ طلب سے گزارش کی جاتی ہے کہ وہ اس جدول کو از خود حاصل کریں۔ تسلی کر لیں کہ اس جدول میں کسی بھی حال سے دوسرے حال تک پہنچنے میں حالت دوڑ پیدا نہیں ہوتا۔

3.11 پلوں کا عبوری جدول کی مدد سے تجزیہ عبوری جدول کے استعمال سے اس حصہ میں پلوں والے ادوار کا تجزیہ کیا جائے گا۔ چند مثالوں کے بعد حصہ 3.3.11 میں اس طریقہ کار کا قدم بامقدم طریقہ

دیا جائے گا۔ 1.3.11 ایس آر پلٹ عبوری جدول کے استعمال سے سب سے پہلے ایس-آر پلٹ پر غور کرتے ہیں۔ شکل 20.11 میں اوپر جانب ایس-آر پلٹ دکھایا گیا ہے۔ اسی کے نیچے اے واپس دور 24 کی طرح دکھایا گیا ہے جہاں واپس اشارہ کی پہچان آسانی سے ممکن ہے۔

شکل میں متغیرہ حاکو بطور واپس اشارہ استعمال کیا گیا ہے۔ یوں دور میں متغیرہ حال، اندرونی مداحل جبکہ اور دوسیرونی مداحل ہیں۔ انہیں استعمال کرتے، شکل میں دکھائی، عبوری جدول حاصل کی گئی ہے۔ آئیے اس پلٹ کا تجزیہ اس کے عبوری جدول کی مدد سے کریں۔ پلٹ کی جدول درستی مندرجہ ذیل ہے۔

(3.11)

اس جدول سے ظاہر ہے کہ نفی۔ جمع گیٹ پر مبسٹی ایس-آر پلٹ کا صحیح استعمال تب ممکن ہے جب اس کے دونوں مداحل کسی صورت اکٹھے بلند نہ ہوں چونکہ ایسا ہونے سے پلٹ کے مختار حبار دونوں پست ہو جاتے ہیں جبکہ کسی بھی پلٹ کے مختار حبار صورت آپس میں متضاد رہنا ضروری ہے۔ اس شرط کو یوں بیان کیا جاسکتا ہے کہ نفی۔ جمع گیٹ پر مبسٹی ایس-آر پلٹ کے مداحل کو ہر صورت مندرجہ ذیل مساوات پر پورا اترنا چاہئے۔

(4.11)

شکل 21.11 کو دیکھتے آگے پڑھیں۔ عبوری جدول میں کی قطار میں مستحکم حاکو صنف میں پایا جاتا ہے جہاں متغیرہ حاکو یعنی پست ہے۔ اگر کیا جائے تو عبوری جدول کے مطابق عبوری حال پست ہی رہے گا۔ اس عمل کو شکل کے حصہ الف میں نکتہ دار تیر سے دکھایا گیا ہے۔ اسی طرح کی صورت میں پلٹ کا مستحکم بلند حال کی صنف میں پایا جاتا ہے۔ اگر کیا جائے تو عبوری جدول کے مطابق پلٹ بلند حال میں ہی رہتا ہے جیسے شکل کے حصہ بائیں دکھایا گیا ہے۔ یہ دونوں اعمال پلٹ کے بودولین جدول سے بھی واضح ہے۔ اب دیکھتے ہیں کہسے کرنے سے کیا صورت پیدا ہوتی ہے۔ پہلے تو یاد دہانی کراتے چلیں کہ اس طرح کے ادوار کو بنیادی طریق کار 25 کے طرز پر چلایا جاتا ہے جہاں ایک سے زیادہ سیرونی مداحل تبدیل کرنے کی اجازت نہیں ہوتی۔ بہر حال پھر بھی دیکھتے ہیں کہ ایسا کرنے سے کیا مسائل کھڑے ہوتے ہیں۔ کرنے سے پہلے تو بودولین جدول کے مطابق اور دونوں پست ہوتے ہیں۔ اس طرح یہ آپس میں متضاد حال میں نہیں ہوتے جبکہ کسی بھی پلٹ کے لئے یہ لازم ہے کہ اس کے دونوں مختار حبار ہر وقت متضاد حال میں ہوں۔ دوسری بات یہ کہ عبوری جدول کو دیکھتے ہوئے اگر پہلے پست حال اختیار کر لے تو حتیٰ حال ہوگا جبکہ اگر پہلے پست ہو جائے تب حتیٰ حال ہوگا۔ چونکہ یہ قبل از وقت معلوم کرنا ناممکن ہے کہ ان میں پہلے کون پست حال اختیار کرے گا لہذا یہ جاننا ناممکن ہے کہ حتیٰ حال کیا ہو گا۔ یوں اس طرح، دور کا استعمال غیر یقینی صورت پیدا کرتا ہے۔

2.3.11 ساعت کے کنارے چلتا ڈی پلٹ شکل 22.11 میں ساعت کے کنارہ چلتا ڈی پلٹ دکھایا گیا ہے۔ ڈی پلٹ میں اندرونی واپس دور پایا جاتا ہے جس کے اندرونی عبوری حال اور ہیں 26۔ یوں اس کے واپس اشارات اور ہیں۔ شکل میں دور کو دوبارہ واپس دور کی طرز پر بنایا گیا ہے تاکہ واپس اشارات اور کی پہچان آسان ہو۔

اس دور کے اور عبوری حال، اور واپس اشارات جبکہ اور سیرونی مداحل ہیں۔ یوں ہم لکھ سکتے ہیں۔

(5.11)

شکل 23.11 میں ان مساوات سے حاصل اور کے بودولین جدول کو کارنانف نقشہ کی طرح لکھ کر عبوری جدول

حاصل کیا گیا ہے۔ مکمل حال کو کی صورت میں لکھتے ہوئے اس جدول پر غور کرتے ہیں۔

تصور کریں کہ جس لمحہ پلٹ کو برقی طاقت مہیا کر کے زندہ کیا جاتا ہے اس لمحہ ساعت، یعنی، اور بیرونی مداحل، یعنی، دونوں پست ہیں۔ اس صورت عبوری جدول کے مطابق دور کی قطار میں ہوگا۔ اس قطار میں تین خانے عبوری عبوری حال کو ظاہر کرتے ہیں۔ یہ تین خانے، اور ہیں۔ ان تینوں خانوں میں عبوری حال ہے۔ چوتھا خانہ، یعنی، مستحکم حال کو ظاہر کرتا ہے اور اس میں مستحکم حال ہے۔ یوں اگر برقی طاقت کے منہرہی کے لمحہ تاخیرات ایسے ہوں کہ دور ان تین عبوری خانوں میں کسی ایک میں داخل ہوتا ہے تو یہاں سے جلد وہ کی صف پہنچ کر مستحکم حال اختیار کر لے گا۔ اگر زندہ ہوتے ہی دور سیدھا خانہ میں داخل ہوتا ہے یہی رہے گا۔ اس کے برعکس برقی طاقت مہیا کرنے کے لمحہ اگر اور ہوں تو عبوری جدول کے مطابق دور یا کے مستحکم حال تک پہنچ کر یہی رہے گا جبکہ اور کی صورت میں دور یا میں ہوگا۔ پست ساعت کی صورت میں عبوری حال کی قیمت ہوتی ہے۔ عبوری جدول میں اور کی دو قطاریں اس بات کو ظاہر کرتی ہیں جہاں تا کی قیمتیں ہیں۔ ہم جانتے ہیں کہ ایس۔ آر پلٹ کی دونوں مداحل بلند ہونے کی صورت میں پلٹ اپنی حال برقرار رکھتا ہے۔ یوں شکل 22.11 میں اس صورت میں خارجی پلٹ اپنی حال برقرار رکھے گا۔ پست ساعت، یعنی، اور پست، یعنی، کی صورت میں مستحکم عبوری حال حاصل کرنے کی خاطر ہم عبوری جدول کے کی قطار میں دیکھتے ہیں جہاں ہمیں مکمل حال طور مستحکم حال ملتا ہے۔ جدول کے اس خانے میں لکھ کر اسے واضح کیا گیا ہے۔ یہاں ہونے کی وجہ سے خارجی پلٹ اپنی حال برقرار رکھے گا۔ پست ساعت اور بلند کی صورت میں کی قطار میں مستحکم حال پایا جاتا ہے جہاں ہے اور یوں خارجی پلٹ اپنی حال برقرار رکھے گا۔ جدول کے اس خانے میں لکھ کر اسے واضح کیا گیا ہے۔ تصور کریں کہ دور کے مستحکم حال، یعنی خانہ، میں ہوتے ہوئے بیرونی مداحل بلند ہوتا ہے۔ بیرونی مداحل اس لمحہ سے ہوتا ہے اس لمحہ کو ساعت کا کنارہ چپڑھائی 27 کہتے ہیں۔ یوں کی صورت میں ساعت کے کنارہ چپڑھائی آنے سے دور خانہ کی صف میں رہتے ہوئے، سے کی قطار میں داخل ہو کر عبوری صورت اختیار کرتا ہے۔ اس عبوری حال کو خانہ کہا گیا ہے۔ یہاں سے یہ جلد حتی مستحکم حال تک پہنچتا ہے۔ اس خانہ کو کہا گیا ہے حال میں عبوری حال ہیں۔ خارجی پلٹ کی صورت میں پست حال اختیار کر لے گا اور یوں ہو جائے گا۔ اس قدم کو شکل میں خانہ سے خانہ تک تیر دار لکیر سے دکھایا گیا ہے۔ اس پورے گانچوڑیہ ہے کہ کی صورت میں ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر ہو جائے گا یعنی ڈی پلٹ پست حال اختیار کر لیتا ہے۔ اس پورے عمل پر دوبارہ غور کریں۔ ساعت کے کنارہ چپڑھائی آتے ہی دور عبوری حال اور پھر مستحکم حال اختیار کرتا ہے۔ ان دونوں حال میں رہتے ہیں اور یوں عبوری حال سے گزرتے ہوئے کسی قسم کی لرزش پیدا نہیں ہوتی۔ آپ نیچے پڑھتے ہوئے ہر قدم پر تسلی کر لیں کہ کسی بھی عبوری حال سے گزرتے وقت ہی قیمت وہی ہوتی ہے جو اس قدم کے حتی حال میں گی۔ یوں ایسے لمحات پر لرزش سے کسی قسم کی غیر یقینی صورت پیدا نہیں ہوتی۔ اسی طرح مکمل حالیں موجود دور، ساعت کے کنارہ چپڑھائی آتے، عبوری حال سے ہوتے ہوئے مستحکم حال اختیار کرے گا۔ اس قدم کو شکل میں خانہ سے خانہ تک تیر دار لکیر سے دکھایا گیا ہے۔ یہ قدم بلند بیرونی مداحل یعنی صورت میں ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر ہونے کا عمل ہے جس سے داخلی پلٹ بلند ہو جائے گا اور یوں ڈی پلٹ کا ہو جائے گا۔ ساعت کے کنارہ اترائی کے عمل کو نکتہ دار تیر دار لکیروں سے دکھایا گیا ہے۔ انہیں آپ خود سمجھ سکتے ہیں۔ یہ دونوں لکیریں اس بات کو واضح کرتی ہیں کہ ساعت کے کنارہ اترائی پر عبوری حال اور حتی مستحکم حال دونوں میں ہوتا ہے۔ ہونے کی صورت میں بیرونی پلٹ اپنی حال برقرار رکھتا ہے اور یوں ساعت کے کنارہ اترائی پر ڈی پلٹ کے حال میں کسی قسم کی تبدیلی رو

مب نہیں ہوتی۔ ایک آخری بات اس پلٹ کے حوالہ سے کرتے ہیں۔ شکل 22.11 میں اشارہ کو پسیدہ کرنے والے نفی۔ ضرب گیٹ کو داخلی اشارہ کے طور میں کیا گیا ہے۔ اس بات سے حتمی یقین کرایا جاتا ہے کہ ہر کسی صورت اکٹھے پست نہیں ہو سکتے۔ یاد رہے کہ ایسا ہونے سے بیرونی پلٹ کے دونوں مخارج بلند ہو جائیں گے جو کہ نا قابل قبول صورت ہوگی۔ یوں عبوری جدول میں اور کے خانے کوئی معنی نہیں رکھتے۔ ان خانوں کو لکھ کر واضح کیا گیا ہے۔ 3.3.11 ایس۔ آر پلٹوں والے غیر معاصر ادوار کا قدم با قدم تجزیہ اوپر دیے مثالوں میں استعمال کیے طریقہ کار کو یہاں بیان کرتے ہیں۔ پلٹ کے اپنے واپس اشارات کو نظر انداز کرتے ہیں۔ تمام پلٹوں کے مخارج کو سے ظاہر کریں اور اسی طرح ان میں سے جو واپس اشارات کے طور استعمال کیے گئے ہوں انہیں سے ظاہر کریں جہاں ہے۔ تمام پلٹوں کے اور مداحل کے مساوات حاصل کریں۔ نفی۔ جمع گیٹ پر مبئی ایس۔ آر پلٹوں کے لئے تسلی کر لیں کہ ہے جبکہ نفی۔ ضرب گیٹوں پر مبئی ایس۔ آر پلٹوں کے لئے ہونا ضروری ہے۔ ایسا نہ ہونے کی صورت میں پلٹ غلط نتائج دے سکتا ہے۔ اور کو دیکھتے ہوئے تمام پلٹوں کے حاصل کریں۔ ہر کو کارٹائف نقشہ کے طرز پر بیان کریں۔ ان نقشوں کے بائیں جانب قطار میں واپس اشارات کی وجہ سے نقشوں کے اوپر صف میں بیرونی مدخلیں جہاں سے مراد جیسے مراد ہے۔ ان تمام نقشوں کو عبوری جدول میں یکجا کریں۔ نقشوں کے خانوں میں لکھیں، جہاں سے مراد ہے۔ وہ خانے جن میں ہے، مستحکم حال کو ظاہر کرتے ہیں۔ انہیں دائرہ میں بند کر دیں۔ یوں عبوری جدول حاصل ہوتا ہے۔

جوابات

