

عددی ادوار
تخلیق و تجزیہ

حنالہ حسان یوسفزئی

khalidyou safzai@hotmail.com

۳ 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	حبزواں 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 جات	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 4×4 حافظے سلسلہ وار جوڑ کر ایک عدد 8×4 حافظے کا حصول
۱۹۰	۲.۳.۹	تین 8×16 حافظے سلسلہ وار جوڑ کر ایک 8×48 حافظے کا حصول
۱۹۱	۳.۳.۹	دو 4×4 حافظے متوازی جوڑ کر 8×4 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
۱۹۷	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^۲ 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^۳ 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^۴ میں روشنی کی رفتار^۵ کے برابر ہوتی ہے۔ یوں ایک نینو سیکنڈ میں برقی دباؤ تقریباً $0.3 = 10^{-9} \times 10^8 \times 3$ میٹر یعنی 30 نینو میٹر فاصلہ 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 نینو 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^۶ 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^۱ 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 حبات 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^۷ کے تحت چلنا کہتے ہیں۔

^۲ glitch
^۳ transition state
^۴ ہے۔ سیکنڈ فی میٹر 3×10^8 رفتار کی روشنی میں حلاء
^۵ feedback signal
^۶ unstable condition
^۷ fundamental mode

۱۰.۱. تجزیہ

غیر معاصر ترتیبی ادوار^۸ 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^{۱۰} 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^{۱۱} A اور B کی معلومات کو علیحدہ علیحدہ کارناف نقشوں کی طرز پر لکھا گیا ہے جس سے عبوری جدول کے حصول میں آسانی پیدا ہوتی ہے۔ کارناف نقشوں 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۔ کارناف نقشوں 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

^۸ asynchronous combinational circuit
^۹ feedback signal
^{۱۰} transition table
^{۱۱} 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^{۱۲} 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^{۱۳} 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

^{۱۲}transient state

^{۱۳}اسی بھی مستحکم حال خانے کو ابتدائی خانہ منتخب کیا جاسکتا ہے۔

- تک پہنچ کر یہی ترتیب دوبارہ دہرائی جائے گی۔ شکل میں تیسرے درجہ دار 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^{۱۴} 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 تقاطع حاصل کریں۔
 - ان تقاطع کے کارٹائف نقشے بنائیں۔
 - تمام کارٹائف 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^{۱۵} 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^{۱۶} کہلاتا ہے۔

^{۱۴} feedback loops^{۱۵} flow table^{۱۶} primitive flow table

شکل 7.11 میں ایک ایسا ہساو 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 ہساو کا جدول^{۱۷} کہتے ہیں۔

ہساو کے جدول سے دور حاصل کرنے کے لئے پہلے عبوری جدول حاصل کیا جاتا ہے۔ ہساو 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 عبوری جدول حاصل کرتے ہیں، جو شکل 7.11 میں دکھایا گیا ہے۔ دور کے اگلے محسارن کو Y اور موجودہ محسارن کو y سے ظاہر کر کے عبوری جدول سے Y کا تقاضا حاصل کرتے ہیں۔

$$Y = \bar{x}_1x_0 + x_1y \quad (10.2)$$

اس تقاضا کا دور شکل 8.11 میں دکھایا گیا ہے۔

شکل 7.11 میں پیش ہساو کے جدول کے استعمال پر شکل 9.11 کی مدد سے غور کرتے ہیں۔ مندرجہ کر رہیں بیرونی مداخلت 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 عبوری جدول کے مطابق دور چند لمحوں کے لئے عبوری 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 اختتامی خانے کو پہلا اختتامی خانہ کہا گیا ہے۔ ابتدائی خانے سے پہلے اختتامی خانے تک پہنچنے کا عمل تین تیر دار لکیریوں سے ظاہر کیا گیا ہے جہاں پہلا تیر مستحکم حال a سے عبوری حال b کا حصول جبکہ دوسرا تیر یہاں سے مستحکم حال b کا حصول ظاہر کرتا ہے۔ تیسرا تیر مستحکم حال b سے مستحکم حال b میں ہی رہنے کو ظاہر کرتا ہے۔

اس کے برعکس، ابتدائی خانے 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۔ ہساو 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 اختتامی خانے کو دوسرا اختتامی خانہ کہا گیا ہے۔

آپ نے دیکھا اختتامی حال بیرونی مداخلت کی تبدیلی کی ترتیب پر منحصر ہے۔ اس مثال میں ابتدائی بیرونی مداخلت 00 جبکہ اختتامی بیرونی مداخلت 11 ہیں۔ یاد رہے بنیادی طریقہ کار کی شرائط کے تحت، (دور کی درست کارکردگی کے لئے ضروری ہے کہ) ایک سے زیادہ بیرونی مداخلت 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 جاننا ناممکن ہوگا۔

۱۰.۱.۳ حالت دوڑ

حالت دوڑ^{۱۸} 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

^{۱۷} non primitive flow table
^{۱۸} race condition

معلوم تاخیر کی بنا پر حال کی تبدیلی مکمل طور پر جانب ممکن نہیں ہوگا۔ مثلاً، مندرجہ کریں دو حال دور کا موجودہ مستحکم حال 00 ہے اور بیرونی مداخلت تبدیلی کرنے سے دونوں حال تبدیل ہوتے ہیں، اور دور آخر کار 11 مستحکم حال اختیار کرتا ہے۔ پہلی واپس راہ کی تاخیر دوسری واپس 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 جانب ممکن نہیں۔

جب عبوری حال کی تبدیلی کی ترتیب اختتامی حال متعین کرنے میں کردار ادا کرتی ہو اور دور دو مختلف اختتامی مستحکم حال اختیار کرنے کی صلاحیت رکھتا ہو وہاں دوڑ کو **محرانی دور**^{۱۹} کہیں گے۔ سودمند استعمال کے لئے ضروری ہے کہ دور میں بحرانی 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 محرانی دور**^{۲۰} کہیں گے۔

شکل 10.11 میں بحرانی دوڑ کی ایک مثال دکھائی گئی ہے جہاں بیرونی مداخلت x اور حال y_1y_0x ہے۔ حال 000 سے آغاز کر کے بیرونی مداخلت 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 واپس راہ میں مائل تاخیر برابر ہوں، دور عبوری حال 111 پہلے 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 ممکن ہے کہ دور ان میں سے کس اختتامی حال کو پہنچے گا۔ شکل میں بائیں جانب $x = 0$ کی قطار اس لئے حوالی 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 احاطہ درکار نہیں۔

شکل 11.11 میں بحرانی دوڑ کی دوسری مثال دکھائی گئی ہے جہاں تین ممکنہ حتمی حال پائے جاتے ہیں۔ اگر مکمل مستحکم حالے ابتدا کرتے ہوئے بیرونی مداخلت کی قیمت گدی جائے تو یہ 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 جانب ناممکن ہے کہ ان میں سے دور کس حال کو اختیار کرتا ہے۔

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

¹⁹ critical race
²⁰ non-critical race

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 حالت 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 حالت تک پہنچتا ہے۔

تیسری ممکنہ عبوری حال ہے جہاں سے یہ ہوتے ہوئے آخری صف کے حتمی مستحکم حالت تک پہنچ جاتا ہے۔

اس مثال میں اگرچہ تین مختلف ممکنات موجود ہیں لیکن حتمی مستحکم حال سب کا ایک ہی ہے۔ یوں یہ غیر بحرانی دوڑ ہے۔

اگر دور مخصوص اور منفرد عبوری حال سے گزر کر حتمی مستحکم صورت اختیار کرتا ہو تو اسے پھیر 171 لگانا 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 محارج حال تبدیل کرتا ہے البتہ حتمی حال تک پہنچنے کی خاطر دور کو مخصوص اور منفرد عبوری حال سے گزرنا 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 تکے راستے حتمی حال اختیار کرتا ہے۔

4.1.11 توازن اور ارتعاش 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 مداحنل 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 مرتعش 19 استعمال کیے جاتے ہیں۔ بطور مرتعش 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 تقعرر حالت دوڑ کی صورت اس وقت پیدا ہوتی ہے جب ایک سے زیادہ محارج بیک وقت حال تبدیل کرنے کی کوشش کریں۔ بحرانی دوڑ کی صورت میں ادوار متبادل استعمال نہیں رہتے۔ اس حصہ میں بحرانی دوڑ کے خاتمے پر غور کیا جائے گا۔ یہ یاد دہانی کراتے چلیں کہ غیر معاصر ادوار کو استعمال کرتے وقت ان کے مداحنل پر یہ شرط لاگو کی جاتی ہے کہ کسی بھی وقت صرف ایک مداحنل حال تبدیل کر سکتا ہے لہذا ایک سے زیادہ مداحنل کی تبدیلی کی فترت اس حصہ کو پڑھتے ہوئے نہ کریں۔ جن ادوار میں ایک وقت پر صرف ایک محارج 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، متبادل پایا جائے کو ہمایہ شنائی علامتیں تعین کی جائیں تو دور بحرانی دوڑ سے دوچار نہیں ہوگا۔ دو شنائی اعداد کو اس صورت ہمایہ اعداد کہا جاتا ہے جب ان میں صرف ایک ہندسہ مختلف ہو۔ یوں اور ہمایہ اعداد 20 ہیں چونکہ ان اعداد میں صرف ایک ہٹ مختلف ہے۔ اسی طرح اوور آپس میں ہمایہ ہیں جبکہ اوور آپس میں ہمایہ نہیں ہیں۔ اس ترکیب کو شکل 15.11 کے حصہ الف میں دیے مثال کی مدد سے دیکھتے ہیں۔

اس شکل میں کل چار صف ہیں۔ یوں دو ہٹ عبوری حال 21 سے اس کے چار ممکنہ حال بیان کیے جا سکتے ہیں۔ ہم حاکے لئے، حال کے لئے، حاکے لئے اور حاکے لئے کی عبوری حال منتخب کرتے ہیں۔ ایسا کرنے سے

دیکھتے ہیں کہ کیانتانچ رونما ہوتے ہیں۔ اس شکل کی پہلی صف میں اگر کی قیمتے کی جائے تو حالے تبدیل ہو کر ہو جائے گا۔ ہم دیکھتے ہیں کہ عبوری حال کی قیمتے ہو جائے گی۔ یوں عبوری حال کی صرف ایک بٹ تبدیل ہوتی ہے اور یوں اس صورت میں حالت دوڑ پیدا نہیں ہوتا۔ اب دیکھتے ہیں کہ اگر شکل کی پہلی صف میں کی قیمتے کی جائے تو حالے تبدیل ہو کر ہو جائے گا۔ یوں ہم دیکھتے ہیں کہ عبوری حال کی قیمتے ہونے کی کوشش کرے گی جس سے حالت دوڑ پیدا ہوتا ہے۔ یوں ہم دیکھتے ہیں کہ دو بٹ کی عبوری حال کے تقرر سے حالت دوڑ سے بچنا ممکن نہیں۔ ایسی صورت میں دو سے زیادہ بٹ 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 دو بٹ عبوری حال اس طرح تقرر کیے جائیں کہ حالت دوڑ پیدا نہ ہو۔ شکل کے حصہ بامیں 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 حلتقرری سے کی قیمتے ہوتی ہے جبکہ حالے حلتقرری سے کی قیمتے ہوتی ہے۔ دونوں صورتوں میں چونکہ عبوری حال کی صرف ایک بٹ تبدیل ہوتی ہے لہذا پہلی صف میں حالت دوڑ کا کوئی امکان نہیں۔ البتہ دوسری صف کو دیکھتے ہوئے اگر مداحصل کی قیمتے کی جائے تو حالے تبدیل ہو کر ہو جائے گا اور اس شکل میں متغیرہ حلتقرری قیمتے ہو جائے گی۔ اس صورت عبوری حال کے دو بٹ بیک وقت تبدیل ہوتے ہیں جو کہ حالت دوڑ پیدا کرتا ہے۔ ان دو صورتوں سے ظاہر ہے کہ موجودہ مسئلہ میں دو بٹ کے عبوری حال کی تقرر سے حالت دوڑ سے نجات حاصل کرنا ممکن نہیں۔ ایسی صورت میں حالت دوڑ سے پاک عبوری حال کے لئے ہم ایک بلند بٹ تقرر کی 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 بٹ رکھا گیا ہے۔ مزید یہ کہ ہر حال کے عبوری حال کی تقرر یوں کی گئی ہے کہ اس میں صرف ایک بلند بٹ ہو۔ یوں حاکا متغیرہ حلتقرری کیا گیا ہے جبکہ حاکا، حاکا اور حاکا مقرر کیا گیا ہے۔

شکل 16.11 میں جدول کی پہلی صف میں اگر مداحصل کی قیمتے کی جائے تو دور حالے حلتقرری ہوتا ہے۔ یوں عبوری حال کی قیمتے تبدیل ہو کر ہوگی جس سے دو بٹ 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 حلتقرری پہنچا جائے۔ عبوری حال کا عبوری حال یوں مقرر کیا جاتا ہے کہ یہ حال اور حالدونوں کا ہمایہ عدد ہو۔ ایسا عدد ہے۔ یوں حاکا متغیرہ حلتقرری کیا جاتا ہے اور جدول کو تبدیل کر کے کی قطار کے حلتقرری میں کو تبدیل کر کے لکھ لیا جاتا ہے جبکہ اسی قطار میں حلتقرری 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 مداحصل کی سے تبدیلی سے مشین حالے عبوری حال اختیار کرتے ہوئے آخر کار حلتقرری مستحکم حلتقرری پہنچتا ہے۔ شکل میں نکتہ دار تیسرے دار لکیریوں سے یہ عمل دکھایا گیا ہے۔ آپ دیکھ سکتے ہیں کہ اس پورے عمل میں کسی ایک قدم پر عبوری حال کا صرف ایک بٹ تبدیل ہوتا ہے اور یوں یہ حالت دوڑ سے پاک ہے۔ شکل میں صف میں باقی حانے حلتقرری رکھے گئے ہیں۔ ان میں سے کچھ حانے زیر استعمال آئیں گے اور کچھ نہیں۔ زیر استعمال نہ آنے والے حانے حلتقرری رکھے جاتے ہیں۔ ان کی قیمت غیر ضروری 23 ہوتی ہے۔ اسی سلسلہ کو پہلی صف میں مداحصل کے سے کے تبادلہ کی صورت میں استعمال کرتے ہیں۔ شکل 17.11 میں آپ دیکھ سکتے ہیں کہ ایسا کرنے سے مشین حالے حلتقرری ہونا چاہتا ہے۔ عبوری حال کو دیکھتے ہوئے یہ بات

واضح ہے کہ بیسے تبدیل ہو کر ہونا چاہتا ہے۔ البتہ ایسا کرنے سے حالات 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 حالیہ پچھلے عبوری حال کا عبوری حال یوں مقرر کیا جاتا ہے کہ یہ حال اور حال دونوں کا سایہ عدد ہو۔ ایسا عدد ہے۔ یوں حال کا متغیرہ حالیہ کیا جاتا ہے اور جدول کو تبدیل کر کے کی قطار کے حالیہ صف میں کو تبدیل کر کے لکھ لیا جاتا ہے جبکہ اسی قطار میں حالیہ 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۔ طلبہ 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 حالات 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 با قدم 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 والے اوپریں دور 24 کی طرح دکھایا گیا ہے جہاں واپسیں اشارہ کی پچپان آسانی سے ممکن ہے۔

شکل میں متغیرہ حالیہ بطور واپسیں اشارہ استعمال کیا گیا ہے۔ یوں دور میں متغیرہ حال، اندرونی مداحل جبکہ اور دو بیرونی 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 در سگی مندرجہ ذیل ہے۔

(3.11)

اس جدول سے ظاہر ہے کہ نفی۔ جمع گیٹ پر مبنی 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 محار جہاں دونوں پست ہو جاتے ہیں جبکہ کسی بھی پلٹ کے محارج کا ہر صورت آپس میں متضاد رہنا ضروری ہے۔ اس شرط کو یوں بیان کیا جاسکتا ہے کہ نفی۔ جمع گیٹ پر مبنی 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 حالیہ صف میں پایا جاتا ہے جہاں متغیرہ حالیہ 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 صف میں پایا جاتا ہے۔ اگر کیا جائے تو عبوری جدول کے مطابق پلٹ بلند حال میں ہی رہتا ہے جیسے شکل کے حصہ ب میں دکھایا گیا ہے۔ یہ دونوں اعمال پلٹ کے بوولین 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 بیرونی 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 بوولین 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 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 ہو گا جبکہ اگر پہلے پست ہو جائے تب حتیٰ حال ہو گا۔ چونکہ یہ قبل از وقت معلوم کرنا ممکن ہے کہ ان میں پہلے کون پست حال اختیار کرے گا بلکہ اسے 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 بیرونی مداحل ہیں۔ یوں ہم لکھ سکتے ہیں۔

(5.11)

شکل 23.11 میں ان مساوات سے حاصل اور کے بولین جدول کو کارٹائف 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 ہو گا۔ 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 منسحابی 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 کے مستحکم حال تک پہنچ کر یہی رہے گا جبکہ اور کی صورت میں دور یا میں ہو گا۔ پست ساعت کی صورت میں عبوری حال کی قیمتز ہتی ہے۔ عبوری جدول میں اور کی دو قطاریں اس بات کو ظاہر کرتی ہیں جہاں تاہم 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 بطور 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 ہی 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 حتیٰ 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 راستہ خانہ تک تیردار لکیر سے دکھایا

گیا ہے۔ اس پورے کانچوڑیہ 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 ہی 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 و بھٹکی قیمت وہی ہوتی ہے جو اس قدم کے حتمی حال میں گی۔ یوں ایسے لمحات پر لرزش سے کسی قسم کی غنیر یقینی صورت پیدا نہیں ہوتی۔ اسی طرح مکمل حالتیں 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 راستے خانبہک تیر دار لکیر سے دکھایا گیا ہے۔ یہ قدم بلند بیرونی مداحنل 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 حتمی 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 نہ نہیں ہوتی۔ ایک آخری بات اس پلٹ کے حوالہ سے کرتے ہیں۔ شکل 22.11 میں اشارہ کو پیدا کرنے والے نفی۔ ضرب گیٹ کو داخلی اشارہ کے طور میں کیا گیا ہے۔ اس بات سے حتمی یقین کرایا جاتا ہے کہ اور 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 ہو گی۔ 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 غنیر معاصر ادوار کا قدم با قدم تحبزیہ 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 مداحنل کے مداخلت حاصل کریں۔ نفی۔ جمع گیٹ پر مبنی ایس۔ آر پلٹوں کے لئے تسلی کر لیں کہ ہے جبکہ نفی۔ ضرب گیٹوں پر مبنی ایس۔ آر پلٹوں کے لئے ہونا ضروری ہے۔ ایسا ہونے کی صورت میں پلٹ غلط نتائج دے سکتا ہے۔ اور کو دیکھتے ہوئے تمام پلٹوں کے حاصل کریں۔ ہر کو کارنا فف نقشہ کے طرز پر بیان کریں۔ ان نقشوں کے بائیں جانب قطار میں واپس اشارات جبکہ نقشوں کے اوپر صف میں بیرونی مداحنل لکھیں 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

