

عددی ادوار
تخلیق و تجزیہ

حنالہ حسان یوسفزئی

khalidyou safzai@hotmail.com

۵/ اکتوبر 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
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	بوولین الجبرا
۲۵	۱.۳	بوولین 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 مداحل 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 دور کا حصول	۱۳.۳
۶۷	جمع و ضرب دورے متمم جمع و متمم جمع دور 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

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

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

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
۴.۱.۱۰	توازن اور ارتعاش	۲۰۲
۲.۱۰	حالت دوڑ سے پاک شنائی علامتوں کا تقرر	۲۰۲
۳.۱۰	عبوری جدول کی مدد سے پلٹ کا تجزیہ	۲۰۲
۱.۳.۱۰	ایس آر پلٹ	۲۰۲
۲.۳.۱۰	ایس-آر پلٹوں والے غیر معاصر ادوار کا قدم با قدم تجزیہ	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 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^۷ کے تحت چلنا کہتے ہیں۔

glitch^۲transition state^۳۴۔ سیکنڈ فی میٹر 3×10^8 رفتار کی روشنی میں حلاءfeedback signal^۵unstable condition^۱fundamental mode^۷

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 حنائے 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 درجے کے 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 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^{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 ذیل 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 تیردار لکیریوں سے ظاہر کیا گیا ہے جہاں پہلا تیردار مستحکم حال a سے عبوری حال b کا حصول جبکہ دوسرا تیردار یہاں سے مستحکم حال b کا حصول ظاہر کرتا ہے۔ تیسرا تیردار 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 کرنے 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، فرض 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 اندراجات درکار نہیں۔

شکل 11.11 میں بحرانی دوڑ کی دوسری مثال دکھائی گئی ہے جہاں تین اختتامی حال ممکن ہیں۔ مستحکم حال 000 سے آغاز کرتے ہوئے بیرونی مداخلت x کی قیمت 1 کرنے سے دور اختتامی حال کی طرف دوڑ لگائے گا۔ بالکل اوپر مثال کی طرح، تین ممکنہ عبوری حال ہیں۔ ایک عبوری حال 011 ہے جہاں سے یہ دوسری صف میں دکھائے اختتامی مستحکم حال 011 پہنچے گا۔ دوسرا عبوری حال 111 ہے جہاں سے یہ تیسری صف کے اختتامی مستحکم حال 111 پہنچے گا اور تیسرا عبوری حال 101 ہے جہاں سے یہ آخری صف میں دکھائے اختتامی مستحکم حال 101 پہنچے گا۔ نامعلوم تاخیر کی بنا پر یہ جانب ممکن نہیں کہ دور حقیقت میں کس اختتامی حال کو پہنچے گا۔

اب غیر بحرانی دوڑ کی ایک مثال دیکھتے ہیں جو شکل 12.11 میں دکھائی گئی ہے۔ اس مثال میں 000 سے

^{۱۹} critical race
^{۲۰} non-critical race

آغاز کرتے ہوئے تین عبوری حال ممکن ہیں۔ ایک عبوری حال 011 ہے جہاں سے دور دوسری صف کے عبوری حال 111 اور اس کے بعد تیسری صف کے عبوری حال 101 سے گزر کر آخر کار چوتھی صف کے اختتامی مستحکم حال 101 پہنچے گا۔ دوسرا عبوری حال 111 ہے جہاں سے دور تیسری صف کے عبوری حال 101 سے ہوتے ہوئے آخر کار آخری صف کے اختتامی مستحکم حال 101 پہنچے گا۔ تیسرا عبوری حال 101 ہے جہاں سے گزر کر دور آخری صف کے اختتامی مستحکم حال 101 پہنچے گا۔

اس مثال میں اگرچہ تین مختلف مسکنات موجود ہیں تاہم اختتامی مستحکم حال سب کا ایک ہے لہذا یہ غیر بحرانی دوڑ ہوگی۔

مخصوص اور منفرد عبوری حال سے گزر کر اختتامی مستحکم حال اختیار کرنے کو پھیرا^{۲۱} لگانا کہتے ہیں۔ اس کی مثال شکل 13.11 میں دی گئی ہے۔ ان اشکال میں حالت دوڑ نہیں پائی جاتی چونکہ ایک وقت میں صرف ایک محارج حال تبدیل کرتا ہے، البتہ اختتامی حال تک پہنچنے کی خاطر دور کو مخصوص اور منفرد عبوری حال سے گزرتا ہوگا۔

شکل - الف میں مستحکم حال 00 سے آغاز کرتے ہوئے عبوری حال 10 کے بعد عبوری حال 11 سے گزر کر اختتامی مستحکم حال 01 پہنچا گیا۔ شکل - ب میں مستحکم حال 00 سے آغاز کرتے ہوئے عبوری حال 10 کے راستے اختتامی مستحکم حال 11 اختیار کیا گیا۔

۱۰.۱.۴ توازن اور ارتعاش

ایسا دور جو پھیرے لگاتے ہوئے کسی بھی اختتامی مستحکم حال تک نہ پہنچ پائے غیر مستحکم دور^{۲۲} کہلاتا ہے۔ شکل 14.11 میں اس کی مثال دکھائی گئی ہے جہاں بیرونی مداخلت 1 کرنے سے دور مستحکم حال تک پہنچے بغیر عبوری حال سے عبوری حال منتقل ہوگا۔ ایسے ادوار بطور مرتعش^{۲۳} استعمال کیے جاتے ہیں۔ ادوار کو کبھی بھی غیر مستحکم نہیں ہونے دیا جاتا ماسوائے جب انہیں بطور مرتعش استعمال کرنا مقصد ہو۔

۱۰.۲ حالت دوڑ سے پاک شنائی علامتوں کا تقرر

حالت دوڑ کی صورت اس وقت پیدا ہوگی ہے جب ایک سے زیادہ محارج بیک وقت حال تبدیل کرنے کی کوشش کریں۔ بحرانی دوڑ کی صورت میں ادوار قابل استعمال نہیں رہتے۔ اس حصے میں بحرانی دوڑ کے خاتمے پر غور کیا جائے گا۔ یاد رہے (بنیادی طریقہ کار پر چلنے کے تحت) ایک وقت پر غیر معاصر دور کا صرف ایک مداخلت تبدیل ہو سکتا ہے، لہذا یہ حصہ پڑھتے ہوئے ایک سے زیادہ مداخلت کی تبدیلی کی فکر مت کریں۔

جن ادوار میں ایک وقت پر صرف ایک محارج حال تبدیل کرنے کی کوشش کرتا ہو، وہ حالت دوڑ سے دوچار نہیں ہوتے۔ اس حقیقت کو بروئے کار لاتے ہوئے حالت دوڑ ختم کی جاتی ہے۔

عبوری جدول کے حصول کے بعد اس میں درج حال کو شنائی علامتیں تعین کی جاتی ہیں۔ ان حال کو ہمماہیہ

^{۲۱} cycle
^{۲۲} unstable circuit
^{۲۳} oscillator

شنائی علامتیں مختص کرنے سے جن کے مابین عبوری جدول میں تبادلہ پایا جاتا ہو بحسانی دوڑے پاک دور حاصل ہوگا۔ دواپنے شنائی اعداد ہمساہ اعداد^{۲۴} کہلاتے ہیں جن میں صرف ایک ہندسے کا مشرق ہو۔ یوں 1010 اور 1110 ہمایہ اعداد ہیں چونکہ ان میں صرف ایک ہٹ مختلف ہے۔ اسی طرح 1110 اور 0110 آپس میں ہمایہ ہیں جبکہ 1010 اور 0110 آپس میں ہمایہ نہیں۔

اس ترکیب کو شکل 15.11-۱ میں دی مثال کی مدد سے دیکھتے ہیں جس میں چار صنف ہیں۔ یوں دوہٹ مالہ کا متغیر $f_1 f_0$ اس کے چار ممکنہ حال بیان کر سکتا ہے۔ ہم حال a کے لئے $f = 00$ ، حال b کے لئے $f = 01$ ، حال c کے لئے $f = 11$ ، اور حال d کے لئے $f = 10$ حال کے متغیر منتخب کر کے دیکھتے ہیں کیا نتائج رونما ہوتے ہیں۔

پہلی صنف میں x کی قیمت 00 سے 01 کرنے سے حال تبدیل ہو کر a سے b ہوگا، لہذا حال کا متغیر f تبدیل ہو کر 00 سے 01 ہوگا۔ چونکہ حال کے متغیر کا صرف ایک ہٹ تبدیل ہو لہذا حالت دوڑ پیدا نہیں ہو گی۔ اس کے برعکس، پہلی صنف میں x کی قیمت 00 سے 10 کرنے سے حال تبدیل ہو کر a سے c ہوگا لہذا f کی قیمت 00 سے تبدیل ہو کر 11 ہوگی۔ چونکہ f کے دو ہندسے بیک وقت تبدیل ہونے کی کوشش کرتے ہیں لہذا حالت دوڑ پیدا ہوگی۔ یوں دوہٹ حال کا متغیر تقرر کرنے سے حالت دوڑ پیدا ہوگی۔ ایسی صورت میں دوڑے زیادہ ہٹ حال کا متغیر استعمال کر کے دیکھا جاتا ہے کہ آیا حالت دوڑ سے چھٹکارا ممکن ہے۔

کبھی کبھار چار صنف عبوری جدول میں دوہٹ حال کا متغیر یوں تقرر کرنا ممکن ہوگا کہ حالت دوڑ پیدا نہ ہو۔

شکل 15.11-ب میں حال کے متغیر کی ترتیب بدل کر حالت دوڑ سے بچنے کی (ناکام) کوشش کی گئی ہے۔ یہاں a ، b ، c ، اور d کے لئے بالترتیب $f = 00$ ، $f = 01$ ، $f = 10$ ، اور $f = 11$ مختص کیے گئے۔ پہلی صنف میں a سے b کرنے سے f کی قیمت 00 سے تبدیل ہو کر 01، جبکہ a سے c کرنے سے f کی قیمت 00 سے 10 ہوگی۔ دونوں صورتوں میں f کا صرف ایک ہٹ تبدیل ہوگا، لہذا پہلی صنف میں حالت دوڑ پیدا نہیں ہوگا۔ البتہ دوسری صنف میں x کی قیمت 01 سے 11 کرنے سے حال تبدیل ہو کر b سے c ہوگا اور یوں f کی قیمت 01 سے 10 ہوگی۔ حال کے متغیر کے دوہٹ کی تبدیلی سے سراسر حالت دوڑ ہے۔

مذکورہ بالا دو مثالوں سے ظاہر ہے کہ موجودہ مسئلے میں دوہٹ حال کا متغیر مختص کرنے سے حالت دوڑ سے نجات حاصل کرنا ممکن نہیں۔ ایسی صورت میں حالت دوڑے پاک حال کا متغیر منتخب کرنے کے لئے ہم ایک بلند ہٹے تقریر^{۲۵} کا طریقہ استعمال کرتے ہیں، جس کا استعمال نہایت آسان ہے۔ آئیے اسی مثال پر اسے استعمال کرتے ہیں۔

شکل 16.11 میں حال کا متغیر چار ہٹ رکھا گیا ہے اور اس میں ایک وقت پر صرف ایک ہٹ بلند ہے۔ یوں حال a ، b ، c ، اور d کے لئے حال کے متغیر بالترتیب 0001، 0010، 0100، اور 1000 مقرر کیے گئے۔

شکل 16.11 میں جدول کی پہلی صنف میں مداحل کی قیمت 00 سے 01 کرنے سے دور حال a سے حال b منتقل ہوتا ہے۔ یوں حال کا متغیر 0001 سے 0010 ہوگا اور اس میں دوہٹ کی تبدیلی حالت دوڑ پیدا کرے

گی۔ اس سے بچنے کے لئے جدول میں ایک نیا عبوری حال، e ، شامل کیا جاتا ہے۔ حال a سے b پہنچنے کے لئے اس عبوری حال سے گزرنا لازمی بنایا جاتا ہے۔ عبوری حال e کے لئے حال کا متغیر یوں مقرر کیا جاتا ہے کہ یہ a اور b دونوں کا ہمساہ عدد ہو۔ ایسا عدد 0011 ہے۔ یوں e کے لئے حال کا متغیر 0011 مقرر کیا جاتا ہے اور جدول کو تبدیل کر کے $x = 01$ کی قطار کے حال a کی صف میں b کی بجائے e لکھا جاتا ہے جبکہ اسی قطار میں حال e کی صف میں b لکھا جاتا ہے۔ ایسا کرنے سے جدول تبدیل ہو کر شکل 17.11 اختیار کرتا ہے۔

اب پہلی صف میں مداحل 00 سے 01 کرنے سے دور حال a سے عبوری حال e اختیار کرتے ہوئے آخر کار اختتامی مستحکم حال b پہنچتا ہے۔ یہ عمل نکتہ دار تیسر دار لکیریوں سے ظاہر کیا گیا ہے۔ اس پورے عمل میں ہر قدم پر حال کے متغیر کا صرف ایک بٹ تبدیل ہوتا ہے لہذا حالت دوڑ پیدا نہیں ہوگی۔ عبوری حال e کی صف میں باقی خانے خالی رکھے گئے ہیں۔ ان میں سے کچھ خانے زیر استعمال آئیں گے اور کچھ نہیں۔ استعمال میں نہ آنے والے خانے خالی رکھے جاتے ہیں اور ان خانوں کی قیمت غیر ضروری^{۲۶} ہوگی۔

پہلی صف میں مداحل 00 سے 10 کرنے سے شکل 17.11 میں حال a سے حال c حاصل ہوگا۔ حال کا متغیر 0001 سے تبدیل ہو کر 0100 ہونا چاہیے گا۔ البتہ ایسا کرنے سے حالت دوڑ پیدا ہوگی، جس سے ہم مذکورہ بالا طریقے سے چھکارا حاصل کرتے ہیں۔

اس حالت دوڑ سے بچنے کے لئے جدول میں عبوری حال، f ، شامل کیا جاتا ہے اور حال a سے عبوری حال f کے ذریعہ حال c پہنچا جاتا ہے۔ عبوری حال f کے لئے حال کا متغیر یوں مقرر کیا جاتا ہے کہ یہ a اور c دونوں کا ہمساہ عدد ہو۔ ایسا عدد 0101 ہے۔ یوں f کے لئے حال کا متغیر 0101 مقرر کیا جاتا ہے اور جدول کو تبدیل کر کے $x = 10$ کی قطار میں حال a کی صف c کو تبدیل کر کے f لکھا جاتا ہے جبکہ اسی قطار میں حال f کی صف میں c لکھا جاتا ہے۔ ایسا کرنے سے شکل 18.11 ملتا ہے۔

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

۱۰.۳ عبوری جدول کی مدد سے پلٹ کا تجزیہ

عبوری جدول کے استعمال سے اس حصہ میں پلٹوں والے ادوار کا تجزیہ کیا جائے گا۔ چند مثالوں کے بعد حصہ ۲.۳.۱۰ میں اس طریقہ کار کا قدم بابتدم طریقہ دیا جائے گا۔

۱۰.۳.۱ 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 اسے واپس دور 4 کی طرح دکھایا گیا ہے جہاں واپس اشارہ کی پہچان آسانی سے ممکن ہے۔

شکل میں متغیرہ حاکلو 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 درستی مندرجہ ذیل ہے۔

(3.11)

اس جدول سے ظاہر ہے کہ نفی۔ جمع گیٹ پر مسببی 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 محارح اور دونوں پست ہو جاتے ہیں جبکہ کسی بھی پلٹ کے محارح کا ہر صورت آپس میں متضاد رہنا ضروری ہے۔ اس شرط کو یوں بیان کیا جاسکتا ہے کہ نفی۔ جمع گیٹ پر مسببی 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 متوازن حاکلی صف میں پایا جاتا ہے جہاں متغیرہ حالی یعنی پست ہے۔ اگر کیا جائے تو عبوری جدول کے مطابق حال کا متغیر پست ہی رہے گا۔ اس عمل کو شکل کے حصہ الف میں نکتہ دار تیسرے دکھایا گیا ہے۔ اسی طرح کی صورت میں پلٹ کا متوازن 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 بولین 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 5 کے طرز پر چلایا جاتا ہے جہاں ایک سے زیادہ بیرونی مداحل تبدیل کرنے کی اجازت نہیں ہوتی۔ بسر حال پھر بھی دیکھتے ہیں کہ ایسا کرنے سے کیا مسائل کھڑے ہوتے ہیں۔ کرنے سے پہلے تو بولین 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 محارح ہر وقت متضاد حال میں ہوں۔ دوسری بات یہ کہ عبوری جدول کو دیکھتے ہوئے اگر پہلے پست حال اختیار کر لے تو اختتامی حاکلو کا جبکہ اگر پہلے پست ہو پائے تب اختتامی حاکلو کا۔ چونکہ یہ قبل از وقت معلوم کرنا ناممکن ہے کہ ان میں پہلے کون پست حال اختیار کرے گا لہذا یہ حبان ناممکن ہے کہ اختتامی حال کیا ہوگا۔ 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 کنارے چلتا ڈی پلٹ دکھایا گیا ہے۔ ڈی پلٹ میں اندرونی واپسیں دور پایا جاتا ہے جس کے اندرونی حال کے متغیر اتار ہیں 6۔ یوں اس کے واپسیں اشارات اور ہیں۔ شکل میں دور کو دوبارہ واپسیں دور کی طرز پر بنایا گیا ہے تاکہ واپسیں اشارات اور کی پہچان آسان ہو۔

اس دور کے اور حال کے متغیرات، اور واپسیں 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 کارناف 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 حال کا متغیر کو ظاہر کرتے ہیں۔ یہ تین خانے، اور ہیں۔ ان تینوں خانوں میں عبوری

حالیہ۔ چوتھا حنائہ، یعنی، متوازن حال کو ظاہر کرتا ہے اور اس میں متوازن حالیہ۔ یوں اگر برقی طاقت کے مندرجہ ذیل کے لمحے تاخیرات۔ ایسے ہوں کہ دور ان تین عبوری حنائوں 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 حنائہ میں داخل ہو تب یہ یہی رہے گا۔ اس کے برعکس برقی طاقت مہیا کرنے کے لمحے اگر اور ہوں تو عبوری جدول کے مطابق دوریا کے مستحکم حال تک پہنچ کر یہی رہے گا جبکہ اور کی صورت میں دور یا میں ہو گا۔ پست ساعت کی صورت میں حال کے متغیرات کی قیمتز ہتی ہے۔ عبوری جدول میں اور کی دو قطاریں اس بات کو ظاہر کرتی ہیں جہاں تسامکی قیمتیں ہیں۔ ہم جانتے ہیں کہ الہس۔ آر پلٹ کی دونوں مد داخل 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 متوازن حال کا متغیر 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 حنائے 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 متوازن حال پایا جاتا ہے جہاں ہی ہے اور یوں خارجی پلٹ اپنی حال برقرار رکھے گا۔ جدول کے اس حنائے میں لکھ کر اسے واضح کیا گیا ہے۔ تصور کریں کہ دور کے متوازن حال، یعنی حنائہ، میں ہوتے ہوئے بیرونی مد اخل بلند ہوتا ہے۔ بیرونی مد اخل جس لمحے ہوتا ہے اس لمحے کو ساعت کا کنارہ چڑھائی 7 کہتے ہیں۔ یوں کی صورت میں ساعت کے کنارہ چڑھائی آنے سے دور حنائی صف میں رہتے ہوئے، سے کی قطار میں داخل ہو کر عبوری صورت اختیار کرتا ہے۔ اس عبوری حال کو حنائہ کہا گیا ہے۔ یہاں سے یہ جلد اختتامی مستحکم حال تک پہنچتا ہے۔ اس حنائہ کو کہا گیا ہے حال میں حال کا متغیر ہیں۔ خارجی پلٹ کی صورت میں پست حال اختیار کر لے گا اور یوں ہو جائے گا۔ اس قدم کو شکل میں حنائے سے حنائے راستے حنائی تیر والے لکیر سے دکھایا گیا ہے۔ اس پورے کا نچوڑ یہ ہے کہ کی صورت میں ساعت کے کنارہ چڑھائی پر ہو جائے گا یعنی ڈی پلٹ پست حال اختیار کر لیتا ہے۔ اس پورے عمل پر دوبارہ غور کریں۔ ساعت کے کنارہ چڑھائی آتے ہی دور عبوری حال اور پھر متوازن 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 وقت کسی قیمت وہی ہوتی ہے جو اس قدم کے اختتامی حال میں گی۔ یوں ایسے لمحات پر لرزش سے کسی قسم کی غنیر یقینی صورت پیدا نہیں ہوتی۔ اسی طرح مکمل حنائیں موجود دور، ساعت کے کنارہ چڑھائی آتے، عبوری حال سے ہوتے ہوئے متوازن حال اختیار کرے گا۔ اس قدم کو شکل میں حنائے سے حنائے راستے حنائی تیر والے لکیر سے دکھایا گیا ہے۔ یہ قدم بلند بیرونی مد داخل یعنی صورت میں ساعت کے کنارہ چڑھائی 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 والے 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 اختتامی 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 رونما نہیں ہوتی۔ ایک آخری بات اس پلٹ کے حوالہ سے کرتے ہیں۔ شکل 22.11 میں اشارہ ہو پیداکر کرنے والے منفی۔ ضرب گیٹ کو داخلی اشارہ کے طور مہیا کیا گیا ہے۔ اس بات سے اختتامی یقین کرایا جاتا ہے کہ اور کسی صورت اکٹھے پست نہیں ہو سکتے۔ یاد رہے کہ ایسا ہونے سے بیرونی پلٹ کے دونوں محارج بلند ہو جائیں گے جو کہ نا قابل قبول صورت ہو گی۔ یوں عبوری جدول میں اور کے حنائے کوئی معنی نہیں رکھتے۔ ان حنائوں کو لکھ کر واضح کیا گیا

ہے۔

۱۰.۳.۲ ایس۔ آر پلٹوں والے غیر معاصر ادوار کا قدم با قدم تجزیہ

اوپر دیے مثالوں میں استعمال کئے طریقہ کار کو یہاں بیان کرتے ہیں۔ پلٹ کے اپنے واپسیں اشارات کو نظر انداز کرتے ہیں۔ تمام پلٹوں کے محارج کو سے ظاہر کریں اور اسی طرح ان میں سے جو واپسیں اشارات کے طور استعمال کئے گئے ہوں انہیں سے ظاہر کریں جہاں ہے۔ تمام پلٹوں کے اور مداحسل کے مساوات حاصل کریں۔ منفی۔ جمع گیٹ پر مبنی ایس۔ آر پلٹوں کے لئے تسلی کر لیں کہ ہے جبکہ منفی۔ ضرب گیٹوں پر مبنی ایس۔ آر پلٹوں کے لئے ہونا ضروری ہے۔ ایسا نہ ہونے کی صورت میں پلٹ عنطانتانج دے سکتا ہے۔ اور کو دیکھتے ہوئے تمام پلٹوں کے حاصل کریں۔ ہر کو کارناف نقشہ کے طرز پر بیان کریں۔ ان نقشوں کے بائیں جانب قطار میں واپسیں اشارات جبکہ نقشوں کے اوپر صف میں بیرونی مدخلکھیں جہاں سے مراد جبکے مراد ہے۔ ان تمام نقشوں کو عبوری جدول میں یکجہ 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

