

عددی ادوار
تخلیق و تجزیہ

حنالہ حسان یوسفزئی

khalidyou safzai@hotmail.com

۱۶ / اکتوبر ۲۰۲۳

عنوان

ویسپاچیہ

میری پہلی کتاب کا دیباچہ

۱۔ شنائی نظام

| | | |
|---|--|-----|
| ۱ | اعشاری نظام گنتی | ۱.۱ |
| ۲ | ہشتمی نظام گنتی | ۲.۱ |
| ۳ | شرائی نظام گنتی | ۳.۱ |
| ۵ | اعشاری نظام سے شرائی نظام میں تبادلہ | ۵.۱ |
| ۷ | اساس سولہ (سادس عشری) نظام گنتی | ۷.۱ |
| ۹ | اساس دو کا اساس آٹھ میں تبادلہ | ۹.۱ |
| ۹ | اساس دو کا اساس سولہ میں تبادلہ | ۹.۲ |
| ۹ | اساس آٹھ اور اساس سولہ سے اساس دو میں تبادلہ | ۹.۳ |

۲ بنیادی حساب

| | |
|----|---|
| ۱۲ | شعانی نظام میں اعداد منفی کرنا |
| ۱۳ | اسی نمکدیا r کا نمکد |
| ۱۴ | اساس منفی ایک نمکدیا $(r-1)$ کا نمکد |
| ۱۵ | دو اعداد کی منفی بذریعہ اسی نمکد |
| ۱۷ | دو اعداد کی منفی بذریعہ اساس منفی ایک کا نمکد |
| ۱۹ | مثبت اور منفی اعداد |
| ۲۲ | علامت دار و نمکد نظام |

۳ یوولین الجبرا

۱.۳.۱.۳ منطق ضروری

| | | |
|----|---|--------|
| 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 | نفی 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 | محکم 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 بعد از 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 بعد از جمع کی شکل میں سادہ مساوات | ۴.۴ |

| | | |
|--------|---|-----|
| ۵.۴ | غیر دلچسپ حال | ۸۷ |
| ۵ | ترکیبی منطق اور ترکیبی 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 | میپلی 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 |
| ۱۷۵ | ۲.۸ | معاصر گنت کار |
| ۱۷۵ | ۱.۲.۸ | معاصر شنائی گنت کار |
| ۱۷۸ | ۲.۲.۸ | شنائی سر موزاعشاری معاصر گنت کار |
| ۱۸۲ | ۳.۸ | دیگر گنت کار |
| ۱۸۲ | ۱.۳.۸ | متغیر لمبائی گنت کار |
| ۱۸۴ | ۲.۳.۸ | بے ترتیب گنت کار |
| ۱۸۵ | ۳.۳.۸ | چھلانگ گنت کار |
| ۱۸۵ | ۴.۳.۸ | دھڑکن پیدا کار |

| | | |
|-----|-------|---|
| ۱۸۵ | ۹ | حافظہ |
| ۱۸۶ | ۱.۹ | عارضی حافظہ |
| ۱۸۹ | ۲.۹ | پختہ حافظہ |
| ۱۹۱ | ۳.۹ | حافظہ کی استعداد بڑھانے کی ترکیب |
| ۱۹۱ | ۱.۳.۹ | دو عدد 4×4 حافظہ سلسلہ وار جوڑ کر ایک عدد 8×4 حافظہ کا حصول |
| ۱۹۲ | ۲.۳.۹ | تین 8×16 حافظہ سلسلہ وار جوڑ کر ایک 8×48 حافظہ کا حصول |
| ۱۹۳ | ۳.۳.۹ | دو 4×4 حافظہ متوازی جوڑ کر 8×4 حافظہ کا حصول |
| ۱۹۳ | ۴.۹ | حافظہ کے اوقات کار |
| ۱۹۴ | ۵.۹ | پختہ حافظہ سے ترکیبی ادوار کا حصول |

| | | |
|-----|--------|---|
| ۱۹۷ | ۱۰ | قابل تفکیک ترکیبی منطقی ادوار |
| ۱۹۸ | ۱.۰.۱۰ | قابل تفکیک ضرب ترکیبی منطقی ادوار |
| ۱۹۸ | ۲.۰.۱۰ | قابل تفکیک ضرب و جمع ترکیبی منطقی ادوار |
| ۱۹۹ | ۱.۱۰ | قابل تفکیک ترتیبی ادوار |

| | | |
|-----|--|--------|
| ۲۰۱ | غیر معاصر ترتیبی ادوار | ۱۱ |
| ۲۰۳ | تجزیہ | ۱.۱۱ |
| ۲۰۳ | عبوری جدول | ۱.۱.۱۱ |
| ۲۰۵ | ہساو کا جدول | ۲.۱.۱۱ |
| ۲۰۶ | حالت دوڑ | ۳.۱.۱۱ |
| ۲۰۸ | توازن اور ارتعاش | ۴.۱.۱۱ |
| ۲۰۸ | حالت دوڑ سے پاک شنائی علامتوں کا تقرر | ۲.۱۱ |
| ۲۱۰ | عبوری جدول کی مدد سے پلیٹ کا تجزیہ | ۳.۱۱ |
| ۲۱۰ | ایس آر پلیٹ | ۱.۳.۱۱ |
| ۲۱۲ | ساعت کے کنارہ پر چلتا ہوا ڈی پلیٹ | ۲.۳.۱۱ |
| ۲۱۴ | ایس آر پلیٹوں پر مبنی غیر معاصر ادوار کا قدم باقدم تجزیہ | ۳.۳.۱۱ |

۲۱۵ ۱۲ سوالات

۲۳۱ جوابات

باب ۸

گنت کار

شنائی گنت کار آپ دیکھ چکے ہیں۔ گنت کار کا بنیادی مقصد داخلی برقی اشارے کی گنتی کرنا ہے۔ برقی اشارہ اسے بطور ساعت یا سادہ مداحشل کے طور پر مہیا کیا جاتا ہے۔

وہ دفتر جس کے خارجی برقی اشارات شنائی گنتی کے تحت ترتیب وار حال تبدیل کرتے ہوں **ثنائی گنتے کار** کہلاتا ہے۔ وہ دفتر جس کے خارجی اشارات اعشاری گنتی کے تحت ترتیب وار حال تبدیل کرتے ہوں **اعشاری گنتے کار** کہلاتا ہے۔

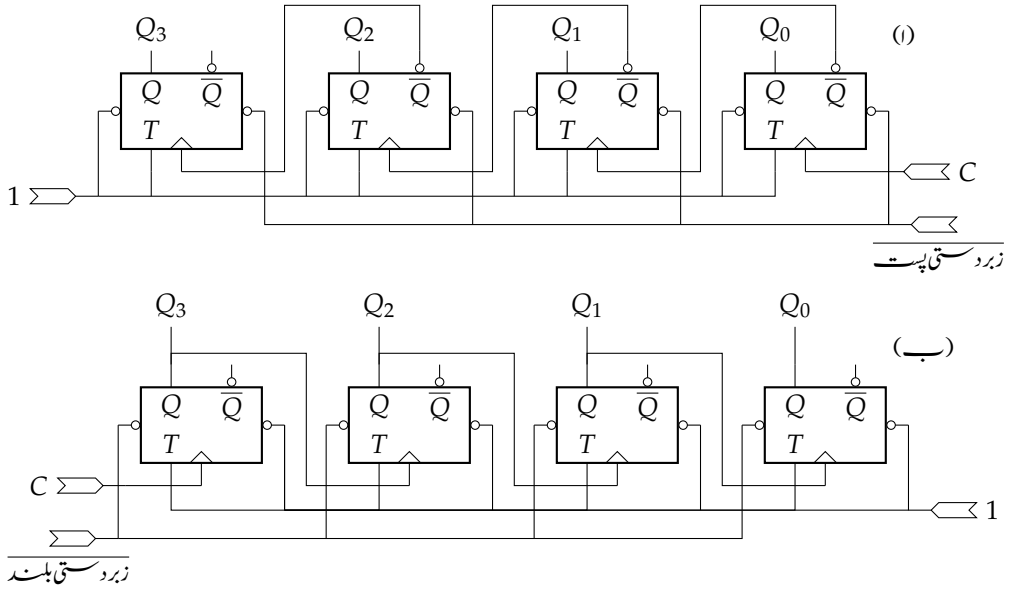
ان کے علاوہ، کوئی بھی دور جو کسی متعین ترتیب کے تحت متواتر حال تبدیل کرتا ہو گنت کار کہلائے گا۔ گنت کار ادوار پر اس باب میں غور کیا جائے گا۔

۸.۱ شنائی گنت کار

چار بت شنائی سیدھی گنتی 0000_2 تا 1111_2 ممکن ہے۔ اسی طرح الٹی گنتی 1111_2 سے شروع ہو کر 0000_2 پر ختم ہوگی۔ دونوں صورتوں میں گنتی پوری ہونے کے بعد عموماً دوبارہ نئے سرے سے شروع کی جاتی ہے۔ شکل ۱.۸-الف میں چار بتے **ثنائی سیدھا گنتے کار**^۱ اور شکل-ب میں چار بتے **ثنائی الٹے گنتے کار**^۲ پیش ہیں۔ ان کی بناوٹ ملتی جلتی ہے۔

ثنائی گنتے کار^۳ آپ پہلے بھی دیکھ چکے ہیں۔ سیدھے گنتے کار میں زبردستی بلند کو بلند (1) یعنی غیر فعال رکھا جاتا ہے۔ گنتی شروع کرنے سے قبل زبردستی پست کو لمحاتی پست (0) کر کے گنتی (کی ابتدائی قیمت)

electrical signal^۱
four bit binary up counter^۲
four bit binary down counter^۳
binary counter^۴



شکل ۸.۱: سیدھا اور الٹا گنت کار

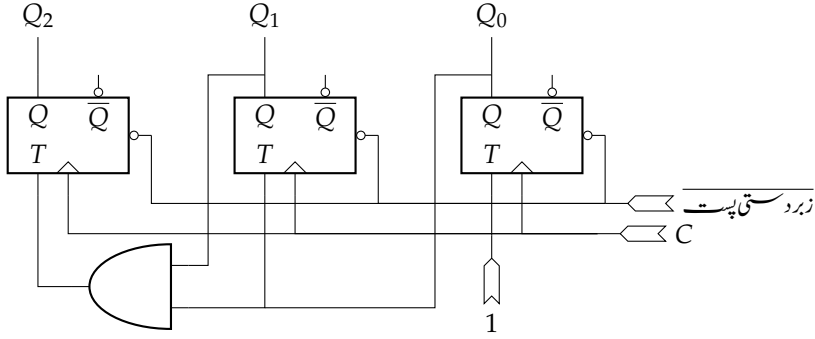
0000₂ کی جاتی ہے۔ گنتی کے دوران کسی بھی وقت زبردستی پست اشارہ پست کر کے گنتی دوبارہ صفر سے شروع کی جاسکتی ہے۔

الٹے گنتی کار میں زبردستی پست کو غیر فعال رکھا جاتا ہے جبکہ زبردستی بلند اشارے کو گنتی شروع کرنے سے قبل لمباتی فعال کر کے گنتی 1111₂ سے شروع کی جاتی ہے۔ گنتی کے دوران کسی بھی وقت اس اشارے کو پست کر کے گنتی دوبارہ 1111₂ سے شروع کی جاسکتی ہے۔

سیدھے گنت کار کو مثال بناتے ہوئے ایک اہم صورت حال پر غور کرتے ہیں۔ شکل میں بائیں ترین پلٹ، ساعت کے (ہر) کنارہ چپڑھائی پر حال تبدیل کرتا ہے۔ ساعت کے کنارہ چپڑھائی کے کچھ دیر بعد \bar{Q}_3 حال تبدیل کرے گا۔ اس دوران یہ کو پلٹ کا دورانیہ رد عمل کہتے ہیں۔ یوں اگلے پلٹ کو، جسے \bar{Q}_3 بطور ساعت منراہم کیا گیا ہے، حال تبدیل کرنے کا خبر اصل ساعت (کے کنارہ چپڑھائی) سے کچھ دیر بعد پہنچتا ہے۔ اس پلٹ کو بھی محارج (\bar{Q}_2) تبدیل کرنے کے لئے پلٹ کے دوران یہ رد عمل جتنا وقت درکار ہوگا۔ اسی طرح اس سے اگلے پلٹ کو، جسے \bar{Q}_2 بطور ساعت منراہم کیا گیا ہے، حال تبدیل کرنے کا اشارہ، اصل ساعت (کے کنارہ چپڑھائی) سے دوران یہ رد عمل کے دگنے وقت کے برابر تاخیر سے ملے گا۔

آپ دیکھ سکتے ہیں اس دور میں تمام پلٹوں کے محارج بیک وقت تبدیل نہیں ہوں گے بلکہ محارج کی تبدیلی بائیں پلٹ سے شروع ہوتی ہے اور بدستور دائیں جانب بڑھتی ہے۔ محارج کی تبدیلی اس دور میں لہر کی طرح گزرتی

propagation time³



شکل ۸.۲: معاصر شنائی گنت کار

ہے۔ یوں اس طرح ادوار کو لہریا گنتے کار^۱ کہتے ہیں۔ یوں موجودہ دور لہریا شنائی گنتے کار^۲ کہلاتا ہے۔ عین ممکن ہے کہ آخری پلٹ سعت کی خبر پہنچنے سے قبل سعت کا نیا اشارہ پہلی پلٹ کو ملے۔ یوں آخری پلٹ گزشتہ سعت گنتے کے مطابق جبکہ پہلی پلٹ نئی سعت گنتے کے مطابق ہو گا اور گنتی غلط ہو گی۔ متعدد پلٹ پر مبنی لہریا گنت کار میں اس مسئلہ کی توقع رکھیں۔ معاصر گنت کار اس مسئلہ سے پاک ہیں۔ آئیں ان پر غور کرتے ہیں۔

۸.۲ معاصر گنت کار

معاصر گنتے کار میں تمام پلٹ کو ایک ہی سعت مہیا کی جاتی ہے لہذا تمام پلٹ، یکوقت نیا حال اختیار کرتے ہیں۔ ان ادوار میں ہر پلٹ کے مداحصل پر ترکیبی دور نصب کر کے، اسے اگلی سعت کے کنارے پر، بلند یا پست ہونے کا اشارہ مہیا کیا جاتا ہے۔ پلٹ اگلی سعت کے کنارے پر اس اشارے کے مطابق حال اختیار کرتا ہے۔ یہ فیصلہ کہ اگلی سعت پر پلٹ بلند یا پست حال اختیار کرے گا، دور کے موجودہ حال کو دیکھ کر کیا جاتا ہے۔ اس طریق کار کو چند مثالوں سے سمجھتے ہیں۔

۸.۲.۱ معاصر شنائی گنت کار

تین بٹے معاصر شنائی گنتے کار^۳ شکل ۸.۲ میں پیش ہے۔ مخارج Q_0 کمتر ترتیب جبکہ Q_2 بلند ترتیب ہے۔ اس دور کی بناوٹ سیکھتے ہیں۔

جدول ۸.۱ میں موجودہ حال کی قطار میں تین بٹ شنائی گنتی لکھی گئی ہے جو کسی بھی لمحے پلٹ کا موجودہ حال پیش کرتی

^۱ ripple counter

^۲ binary ripple counter

^۳ three bit synchronous counter

جدول ۸.۱: معاصر شائی گنت کار کے حال

| مداخل | | | اگلا حال | | | موجودہ حال | | |
|-------|-------|-------|----------|-------|-------|------------|-------|-------|
| T_2 | T_1 | T_0 | Q_2 | Q_1 | Q_0 | Q_2 | Q_1 | Q_0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

جدول ۸.۲: ٹی پلٹ کی کارکردگی

| T | Q_{n+1} |
|-----|-------------|
| 0 | Q_n |
| 1 | \bar{Q}_n |

ہے۔ موجودہ حال استعمال کرتے ہوئے باقی جدول حاصل ہو گا۔ جدول کی پہلی صف پر غور کریں جہاں موجودہ گنتی یا موجودہ حال 000_2 ہے۔ ہم چاہتے ہیں کہ اگلا عدد 001_2 ہو، لہذا اگلے حال کی پہلی صف میں ہم 001_2 لکھتے ہیں۔ آخری صف میں موجودہ حال 111_2 ہے۔ تین بٹ استعمال کرتے ہوئے یہیں تک گنتی ممکن ہے۔ اس آخری گنتی تک پہنچ کر ہم دوبارہ 000_2 سے گنتی شروع کرتے ہی، لہذا آخری صف میں اگلا حال 000_2 ہو گا۔ یوں موجودہ حال کی دوسری صف درحقیقت اگلے حال کی پہلی صف ہوگی۔ اسی طرح موجودہ حال کی تیسری صف اگلے حال کی دوسری صف ہوگی، اور موجودہ حال کی پہلی صف اگلے حال کی آخری صف ہوگی۔

پہلی صف کے مکرر تہی بٹ Q_0 پر غور کرتے ہیں۔ اس بٹ کی موجودہ قیمت کو موجودہ حال Q_0 ظاہر کرتا ہے جو 0 ہے جبکہ اس کی اگلی قیمت اگلا حال Q_0 ظاہر کرتا ہے جو 1 ہے۔ ٹی پلٹ استعمال کرتے ہوئے ساعت کے کنارہ چڑھائی پر پلٹ کا حال 0 سے 1 کرنے کی خاطر پلٹ کے مخارج T_0 کو بلند کرنا ہو گا۔ یہ معلومات جدول ۲.۸ سے حاصل کی گئی۔ یوں جدول میں مدخل کا خانہ بنا کر اس کی پہلی صف میں T_0 کی قیمت 1 لکھتے ہیں۔

اسی (پہلی) صف میں اگلے بٹ Q_1 پر غور کرتے ہیں۔ اس بٹ کی موجودہ قیمت 0 ہے اور اس کی اگلی قیمت بھی 0 ہے، لہذا ساعت کے اگلے کنارے پر ہم نہیں چاہتے کہ یہ پلٹ اپنا حال تبدیل کرے۔ یوں اس پلٹ کے مدخل T_1 کو پست رکھنا ہو گا۔ اس طرح T_1 کے خانے میں 0 لکھا جائے گا۔ اسی طرز پر تمام صفوں کے تمام مدخل کے لئے جدول کے خانے پُر کیے گئے ہیں۔

دور بنانے کے لئے جدول ۸.۱ میں مدخل کی قطار استعمال ہوگی جس سے مجموعہ ارکان ضرب کی ترکیب سے درج

| | | | | | |
|-------|---|-----------|----|----|----|
| | | $Q_1 Q_0$ | | | |
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| Q_2 | 0 | | | 1 | |
| | 1 | | | 1 | |

$T_2 = Q_1 Q_0$

| | | | | | |
|-------|---|-----------|----|----|----|
| | | $Q_1 Q_0$ | | | |
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| Q_2 | 0 | | 1 | 1 | |
| | 1 | | 1 | 1 | |

$T_1 = Q_0$

| | | | | | |
|-------|---|-----------|----|----|----|
| | | $Q_1 Q_0$ | | | |
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| Q_2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

$T_0 = 1$

شکل ۸.۳: تین بٹ معاصر گنت کار کی سادہ مساواتیں

ذیل مساوات لکھے جاسکتے ہیں۔

$$\begin{aligned}
 T_0 &= 1 \\
 T_1 &= \overline{Q_2} \overline{Q_1} Q_0 + \overline{Q_2} Q_1 Q_0 + Q_2 \overline{Q_1} Q_0 + Q_2 Q_1 Q_0 \\
 T_2 &= \overline{Q_2} Q_1 Q_0 + Q_2 Q_1 Q_0
 \end{aligned}
 \tag{۸.۱}$$

یہ مساوات موجودہ حال کی قیمتیں مد نظر رکھ کر لکھی گئی ہیں۔ جدول ۸.۱ میں موجود مواد سے شکل ۸.۳ میں پیش

کارنامہ گفتوں کی مدد سے درج ذیل سادہ مساواتیں حاصل کی گئی ہیں۔

$$\begin{aligned} T_0 &= 1 \\ T_1 &= Q_0 \\ T_2 &= Q_1 Q_0 \end{aligned} \quad (۸.۲)$$

شکل ۲.۸ میں تین پلٹوں کو مساوات ۲.۸ سے حاصل برقی اشارات بطور مداحصل منراہم کر کے نتیجے بڑے معاصر ثنائی گنتے کار حاصل کیا گیا ہے۔

جدول ۸.۸ ادیکھ کر بھی مساوات ۲.۸ حاصل کیے جاسکتے ہیں۔ اس جدول پر غور کرنے سے دیکھا جاسکتا ہے کہ Q_0 ہر ساعت کے کنارے پر تبدیل ہوتا ہے۔ T_0 پر 1 مہیا کرنے سے یہی حاصل ہوگا (جو مساوات ۲.۸ کا پہلا اجزو ہے)۔ جدول میں جب بھی Q_0 کی قیمت 1 ہو، اگلی ساعت کے کنارے پر Q_1 کی قیمت تبدیل ہوتی ہے، جو T_1 کو Q_0 منراہم کرنے سے حاصل ہوگا (یہ درج بالا مساوات کا دوسرا اجزو ہے)۔ اسی طرح جدول میں جب بھی Q_0 اور Q_1 کی قیمتیں بیک وقت 1 ہوں، اگلی ساعت کے کنارے پر Q_2 کی قیمت تبدیل ہوتی ہے۔ یوں T_2 کو $Q_1 Q_0$ منراہم کرنا ہوگا (درج بالا مساوات کا تیسرا اجزو)۔ متعدد پٹ ثنائی گنتی پر غور کرنے سے دیکھا جاسکتا ہے کہ کوئی بھی محارج، ساعت کے اگلے کنارے، تب حال تبدیل کرتا ہے جب اس سے کمتر تمام محارج کی قیمتیں بیک وقت 1 ہوں۔ یوں چار بڑے معاصر ثنائی گنتے کار 10 کے لئے درج ذیل ہوگا۔

$$\begin{aligned} T_0 &= 1 \\ T_1 &= Q_0 \\ T_2 &= Q_1 Q_0 \\ T_3 &= Q_2 Q_1 Q_0 \end{aligned} \quad (۸.۳)$$

۸.۲.۲ ثنائی مرموز اعشاری معاصر گنت کار

گزشتہ حصے میں تین پٹ ثنائی گنت کار پر غور کیا گیا، جو 2^{000} تا 2^{111} گنتی کرنے کی صلاحیت رکھتا ہے۔ چار پٹ ثنائی گنت کار 2^{0000} تا 2^{1111} ثنائی گنتی کر سکتا ہے۔ چار پٹ ثنائی گنت کار کو 2^{0000} تا 2^{1001} گنتی کرنے کا پابند بنانے سے ثنائی مرموز اعشاری گنتے کار^۹ حاصل ہوگا، جس پر اس حصے میں غور کیا جائے گا۔

جدول ۳.۸ میں ثنائی مرموز اعشاری گنت کار کے حال پیش ہیں۔ جدول میں محارج y کی قطار کا اضافہ کیا گیا ہے۔ محارج y مندر سے نو تک گنتی پوری ہونے پر ساعت کے ایک دوری^{۱۰} عرصہ 12 کے لئے بلند ہوتا ہے۔ ہم آگے دیکھیں گے کہ y استعمال کرتے ہوئے متعدد اعشاری ہندسوں کے گنت کار تخلیق دیے جاتے ہیں۔

^۹ three bit synchronous binary counter
^{۱۰} four bit synchronous binary counter
^{۱۱} BCD decimal counter
^{۱۲} time period

| | | Q_1Q_0 | | | |
|----------|----|----------|-----|-----|-----|
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| Q_3Q_2 | 00 | | | 1 | |
| | 01 | | | 1 | |
| | 11 | | | d | d |
| | 10 | d | d | d | d |

$$T_2 = Q_1Q_0$$

| | | Q_1Q_0 | | | |
|----------|----|----------|-----|-----|-----|
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| Q_3Q_2 | 00 | | | | |
| | 01 | | | 1 | |
| | 11 | | 1 | d | d |
| | 10 | d | d | d | d |

$$T_3 = Q_3Q_0 + Q_2Q_1Q_0$$

| | | Q_1Q_0 | | | |
|----------|----|----------|-----|-----|-----|
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| Q_3Q_2 | 00 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 01 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 11 | 1 | 1 | d | d |
| | 10 | d | d | d | d |

$$T_0 = 1$$

| | | Q_1Q_0 | | | |
|----------|----|----------|-----|-----|-----|
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| Q_3Q_2 | 00 | | 1 | 1 | |
| | 01 | | 1 | 1 | |
| | 11 | | | d | d |
| | 10 | d | d | d | d |

$$T_1 = \bar{Q}_3Q_0$$

| | | Q_1Q_0 | | | |
|----------|----|----------|-----|-----|-----|
| | | 00 | 01 | 11 | 10 |
| Q_3Q_2 | 00 | | | | |
| | 01 | | | | |
| | 11 | | 1 | d | d |
| | 10 | d | d | d | d |

$$y = Q_3Q_0$$

جدول ۸.۳: ثنائی سرموز اعشاری گنت کار کے حال

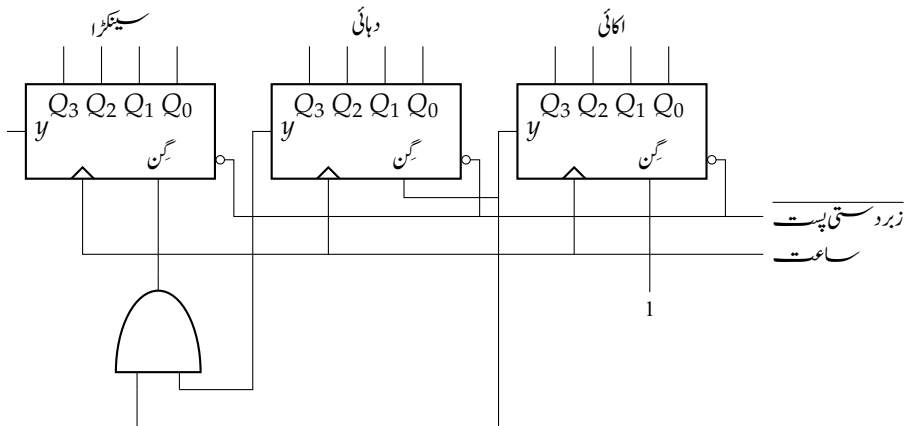
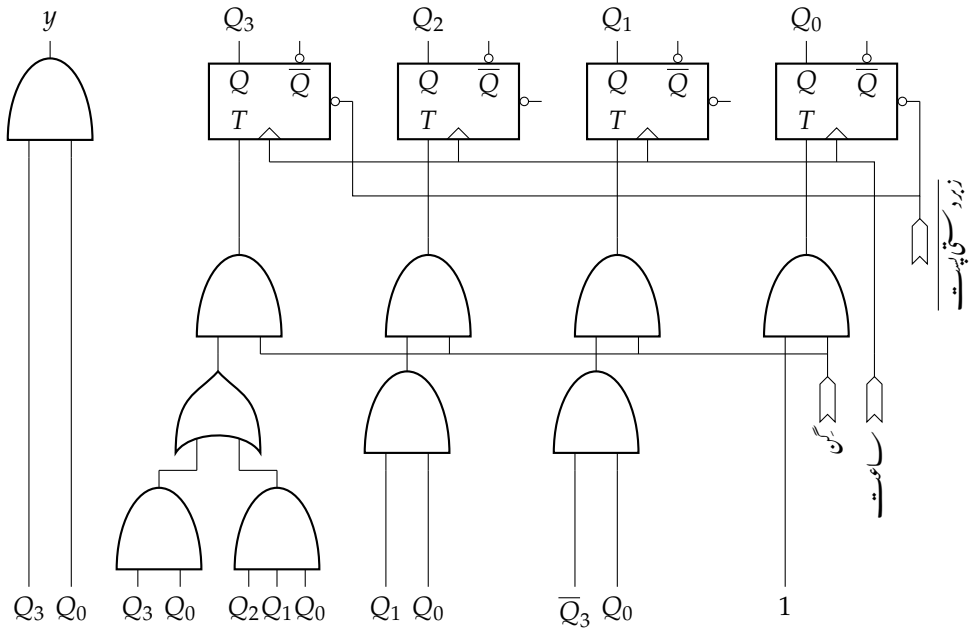
| موجودہ حال | | | | اگلا حال | | | | مخرج | مداحل | | | |
|------------|-------|-------|-------|----------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|
| Q_3 | Q_2 | Q_1 | Q_0 | Q_3 | Q_2 | Q_1 | Q_0 | y | T_3 | T_2 | T_1 | T_0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |

اس جدول میں 1010_2 تا 1111_2 ترتیب استعمال نہیں ہوتے، لہذا اکارتانف نقشوں کی مدد سے پلٹوں کے مداحل T_0 تا T_3 اور مخرج y کی سادہ مساوات حاصل کرتے وقت انہیں **غیر ضروری حال** تصور کیا جاتا ہے۔ شکل ۸.۴ میں درج ذیل سادہ مساوات حاصل کرنا دکھایا گیا ہے۔

$$\begin{aligned}
 T_0 &= 1 \\
 T_1 &= \overline{Q_3}Q_0 \\
 T_2 &= Q_1Q_0 \\
 T_3 &= Q_3Q_0 + Q_2Q_1Q_0 \\
 y &= Q_3Q_0
 \end{aligned}
 \tag{۸.۴}$$

ان مساوات سے حاصل دور شکل ۵.۸ میں پیش ہے، جہاں تمام پلٹ کے مداحل پر اضافی ضرب گیٹ نصب کر کے گنتی شروع اور روکنے کی اضافی صلاحیت بھی پیدا کی گئی ہے۔ ان اضافی ضرب گیٹوں کو برقی اشارہ **گنت** مہیا کیا گیا ہے۔ یہ اشارہ بلند ہونے کی صورت میں دور گنتی کرتا ہے اور اشارہ پست ہونے کی صورت میں گنتی روکتا ہے۔

شکل ۶.۸ میں تین درجی دور بنایا گیا ہے جو 000_{10} تا 999_{10} گنتی کرتا ہے۔ اسے بنانے کی خاطر تین عدد **ثنائی سرموز اعشاری گنت کار** (شکل ۵.۸) استعمال کیے گئے۔ اسی طرح مزید درجہ جات جوڑ کر درکار ہندسوں کا گنت کار بنایا جاتا ہے۔ اکائیوں کی گنتی 9_{10} کو پہنچنے پر اکائی گنت کار بلند y مخرج کرتا ہے جو دہائی گنت کار کے **گنت** مداحل کو منہاں کیا گیا ہے۔ یوں ساعت کے اگلے کنارے پر دہائی کی گنتی میں 1 کا اضافہ ہوگا۔ اسی طرح 99_{10} کو پہنچنے پر سینکڑا گنت کار کا **گنت** مداحل بلند ہوگا اور اگلے کنارہ ساعت پر سینکڑا کی گنتی میں 1 کا اضافہ ہوگا۔



اس دور کی کار کردگی کچھ یوں ہے۔ گنتی شروع کرنے سے قبل زبردستی پست کو لمبائی پست کر کے گنتی 000_{10} کر دی جاتی ہے۔ ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر اکائی ہندسے کی گنتی بتدریج بڑھتی ہے؛ اکائی درجے کا محارج y پست رہتا ہے جو دہائی اور سینکڑا کی گنتی روک کر رکھتا ہے۔ گنتی 009_{10} تک پہنچنے ہی اکائی درجہ کا محارج y ایک دوری عرصہ کے لئے بلند ہو گا۔ یوں اگلے ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر اکائی درجہ کا ہندسہ 9_{10} سے 0_{10} ہو جائے گا، جبکہ دہائی درجہ کا ہندسہ 0_{10} سے بڑھ کر 1_{10} ہو جائے گا اور اسی وقت اکائی کا محارج y واپس پست حال اختیار کرے گا۔ یوں اس سے اگلے ساعت کے کنارے پر صرف اکائی درجہ کی گنتی چالورہتی ہے جبکہ دہائی اور سینکڑا کی گنتی رکی رہتی ہے۔ اسی طرح 099_{10} کے بعد اکائی اور دہائی درجہ کے محارج y بلند ہوتے ہیں جس کی وجہ سے اگلے ساعت کے کنارہ چپڑھائی پر سینکڑا 0_{10} سے بڑھ کر 1_{10} ہو جائے گا جبکہ اکائی اور دہائی درجہ کے محارج 9_{10} سے 0_{10} ہو جائیں گے اور ساتھ ہی ان کے محارج y دوبارہ پست ہو جائیں گے۔

مشق ۸.۱: انٹرنیٹ سے 7493 اور 4516 کے معلوماتی صفحات حاصل کریں۔ انہیں استعمال کرتے ہوئے متعدد گنت کار تحقیق دیں۔

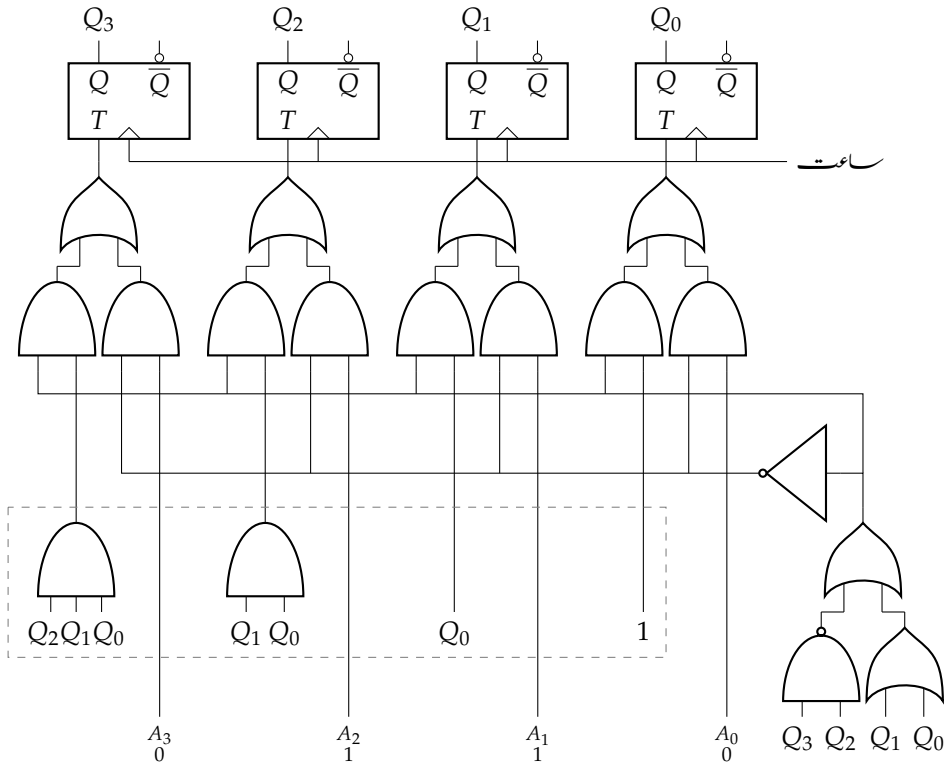
۸.۳ دیگر گنت کار

۸.۳.۱ متغیر لمبائی گنت کار

چارپٹ شنائی گنت کار 0000_2 تا 1111_2 گنتی کرتا ہے۔ متوازی دخول استعمال کر کے اس کو دو اعداد کے بیچ گنتی کرنے پر مجبور کیا جاسکتا ہے۔ ایسے گنت کار کو ہم متغیر لمبائی گنتی کار کہیں گے۔ جس عدد سے گنتی کا آغاز کرنا ہو وہ عدد دور کو متوازی منراہم کیا جاتا ہے اور جہاں گنتی کا اختتام کرنا ہو وہاں پہنچ کر دور کو مجبور کیا جاتا ہے کہ وہ دوبارہ متوازی منراہم کر دہ عدد داخل کر کے گنتی از سرے نو شروع کرے۔

چارپٹ معاصر شنائی گنت کار مثال بناتے ہوئے 0110_2 سے 1100_2 تک گنتی کرنے والا گنت کار بناتے ہیں، جو شکل ۸.۷ میں پیش ہے۔ نقطہ دار مستطیل میں مساوات ۲.۸ سے حاصل دور دکھایا گیا ہے، البتہ یہاں ہر پلٹ کے ساتھ اضافی دو ضرب گیٹ اور ایک جمع گیٹ جوڑ کر متوازی دخول کی صلاحیت پیدا کی گئی ہے۔

اس دور میں ابتدائی عدد، جس کو $A_3A_2A_1A_0$ سے ظاہر کیا گیا ہے اور جس کی قیمت 0110_2 ہے، متوازی داخل کیا جاتا ہے۔ اختتامی عدد 1100_2 ہے۔ ایک ضرب متمم دور دو جمع گیٹ پر مشتمل دور اختتامی عدد کو پہچان کر نفی گیٹ کا مد داخل پست کرتا ہے اور یوں ساعت کے اگلے کنارے پر 0110_2 دور میں متوازی داخل ہو گا۔ اس طرح گنت کار 0110_2 اور 1100_2 کے بیچ گنتی کرتا ہے۔



شکل ۸.۷: دوشابی اعداد، 0110_2 اور 1100_2 کے بیچ گنتی کرنے والا معاصر گنت کار

جدول ۸.۴: بے ترتیب گنت کار، برائے مشق ۲.۸

| موجودہ حال | | |
|------------|-------|-------|
| Q_2 | Q_1 | Q_0 |
| 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 |

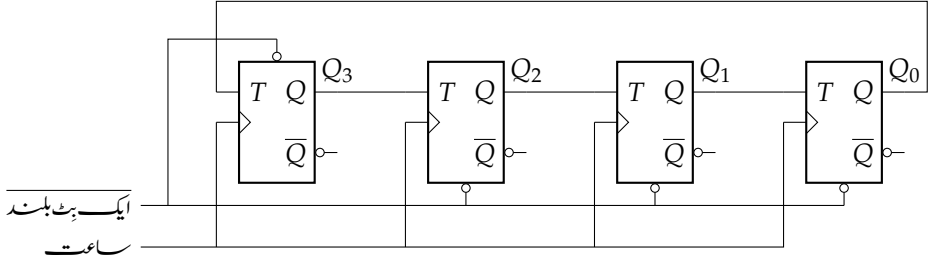
دور میں 0110_2 پہلی مرتبہ داخل کرنے کا طریقہ نہیں دکھایا گیا۔

۸.۳.۲ بے ترتیب گنت کار

معاصر شنائی گنت کار پر بحرث کے دوران جدول ۸.۴ پیش کیا گیا۔ اس جدول کے موجودہ حال خانوں میں 000_2 ، 001_2 ، 011_2 ، وغیرہ پڑ کر کے باقی جدول حاصل کیا گیا۔ یوں حاصل گنت کار 000_2 سے بتدریج بڑھتے ہوئے 111_2 تک گنتا ہے۔

یہ ضروری نہیں کہ گنت کار عام فہم گنتی کی ترتیب میں ہی گنتے۔ موجودہ حال صفوں میں کوئی بھی ترتیب لکھی جا سکتی ہے۔ فقط اتنا خیال رکھنا ضروری ہے کہ ہر صف میں منفرد عدد دکھائے۔ باقی جدول ان اندراج کے مطابق پورا کرنے سے ایسا گنت کار حاصل ہو گا جو موجودہ حال صفوں میں لکھے گئے اعداد کے مطابق گنتی کرے گا۔ ہم اس کو بے ترتیب گنتے کار پکار سکتے ہیں۔

مشق ۸.۲: ایسا بے ترتیب گنتے کار تخلیق دیں جو جدول ۸.۴ میں پیش اعداد کی ترتیب کے مطابق گنتا ہو۔ یہ گنت کار 101_2 سے آغاز کرے گا۔ پہلی ساعت پر 011_2 اور دوسری ساعت پر 110_2 دے گا اور 001_2 تک پہنچنے کے بعد دوبارہ 101_2 سے گنتا شروع کرے گا۔



شکل ۸.۸: چھلا گنت کار

جدول ۸.۵: چار بٹ چھلا گنت کار

| موجودہ حال | | | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Q ₃ | Q ₂ | Q ₁ | Q ₀ |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 |

۸.۳.۳ چھلا گنت کار

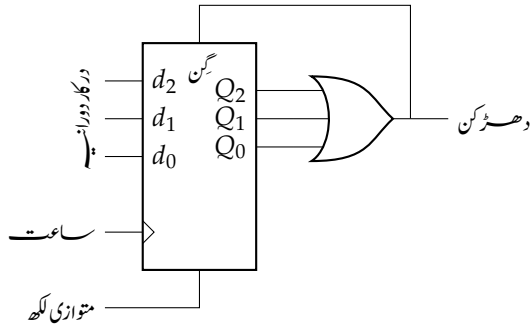
n بٹ چھلا گنت کار^{۱۴} کے محارج میں ایک ہی بلند بٹ گھومتا ہے، باقی تمام بٹ پست رہتے ہیں۔ ایک ہی بلند بٹ کو ساعت کے کنارے پر ایک پلٹ سے دوسرے پلٹ منتقل کیا جاتا ہے۔ شکل ۸.۸ میں چار بٹ چھلا گنت کار پیش ہے، جبکہ جدول ۵.۸ میں اس کی گنتی پیش کی گئی ہے۔ آغاز میں ایک بٹ بلند اشارہ لہجائی پست کر کے Q₃ بلند جبکہ Q₀، Q₁، اور Q₂ پست کیے جاتے ہیں۔ ساعت کے پہلے کنارے پر Q₃ کا مواد Q₂ منتقل ہو گا۔ یوں اب Q₂ بلند جبکہ باقی بٹ پست ہوں گے۔ باب کے آخر میں آپ سے گزارش کی جائے گی کہ ایسا چھلا گنت کار تخلیق دیں جو بلند بٹ کو محالف رخ (Q₀ سے Q₁ جانب) گھماتا ہو۔

۸.۳.۴ دھڑکن پیدا کار

بعض اوقات ہمیں مقررہ دورانیہ کا بلند یا پست اشارہ درکار ہوتا ہے۔ تین بٹ کا معاصر ثنائی الٹ گنت کار استعمال کرتے ہوئے ایسا دور تشکیل دیتے ہیں۔ اس دور کو ہم دھڑکن پیدا کار^{۱۵} کہیں گے۔

تین بٹ الٹ گنت کار 111₂ تا 000₂ دہراتا ہے۔ شکل ۹.۸ میں متوازی دخول صلاحیت رکھنے والا تین بٹ الٹ گنت کار استعمال کیا گیا ہے جو اس دوران گنتی کرے گا جب مداحل گنت بلند ہو۔ اس دور کو تین بٹ بطور درکار دورانیہ

^{۱۴} ring counter
^{۱۵} pulse generator



شکل ۸.۹: دھڑکن پیدا کار

فراہم کیے جاتے ہیں، جو متوازی لکھ مداحل لمحاتی بلند کرنے سے گنت کار میں لکھے جاتے ہیں۔ جب تک گنت کار کے تینوں خارجہ پٹ پست نہ ہوں جمع گیٹ بلند رہتا ہے لہذا گنت کار الٹ گنتی جاری رکھے گا۔ جیسے ہی گنت کار 000₂ کو پہنچتا ہے، جمع گیٹ کا محارج پست ہو جاتا ہے اور یوں گنت کار گنتی روک دے گا۔ یوں تین پٹ میں پیش درکار دورانیہ کے لئے محارج دھڑکن بلند رہتا ہے۔

جوابات

