سودهی در شبکه‌های مخابراتی

ویراست دوم

مؤلفان: تیاگاراجان ویسواناتان–مناف بهاتنگر

مترجم: امیدرضا معروضی

فصل دوم

سامانه سودهی استروگر

نخستین سامانه سودهی خودکار، سامانه سودهی استروگر بود که در سال ۱۸۸۹ توسط آلمون ب. استروگر [1] ساخته شد. قصه اینطور شروع شد که کسب و کار آقای استروگر که در کار کفن و دفن اموات بود بخاطر یک متصدی مرکز تبادل دستی از رونق افتاد. شوهر این متصدی هم کفن و دفن اموات را داشت و رقیب استروگر محسوب می‌شد. هر وقت یک مشتری درخواست ارتباط با مسئول کفن و دفن را داشت او ارتباط وراگویی را به دفتر شوهر خود اتصال می‌داد. بخاطر خسارات وارده استروگر تصمیم گرفت دستگاهی بسازد که جایگزین متصدی در مراکز تبادل دستی شود. دستگاه سودهی که وی ساخت به افتخارش بنام او نامگذاری شد. به لحاظ عملکردی، این دستگاه در رده *سوده‌های گام به گام* قرار می‌گیرد زیرا اتصالات در چند مرحله و بصورت گام به گام برقرار می‌شوند.

سامانه‌های سودهی خودکار نسبت به سامانه‌های دستی مزایای زیادی دارند. از اهم این موارد:

- در مراکز تبادل متقاضی باید با متصدی مرکز ارتباط یابد و لذا داشتن زبان مشترک اهمیت زیادی دارد. در نواحی چندزبانه این امر ممکن است مشکلاتی ایجاد نماید. در حالیکه مراکز تبادل خودکار مستقل از زبان کار می‌کنند.
- از آنجا که در مراکز تبادل خودکار هیچگونه دخالت متصدی انسانی در ایجاد ارتباط و نظارت بر مکالمات وجود ندارد، حفظ حریم خصوصی در درجه بالاتری انجام پذیر است.
- در مراکز تبادل خودکار برقراری و قطع ارتباطات سریعتر است. بارها پیش آمده که متصدی پس از چند دقیقه متوجه خاتمه مکالمه شده باشد و اقدام به آزادسازی اتصالات نماید. این وضعیت بخصوص برای مشترکین شاغلی که قصد انجام چندین مکالمه فوری پشت سرهم را دارند، آزار دهنده است.

[1] Almon B. Strowger

- زمان لازم برای برقرای و قطع ارتباط توسط مراکز خودکار مستقل از بار شبکه و زمانی از شبانه روز که مکالمه انجام می‌شود، کم و بیش ثابت است. در حالیکه در مراکز تبادل دستی اینطور نیست.

سرانجام مزایای سودمند سامانه‌های خودکار بر عیوب حجم زیاد سرمایه لازم اولیه و هزینه زیاد نگهداری آنها فائق آمد. در نتیجه، سامانه‌های دستی رفته رفته جای خود را به سامانه‌های خودکار دادند.

۱-۲ وراگو با شماره‌گیر چرخان

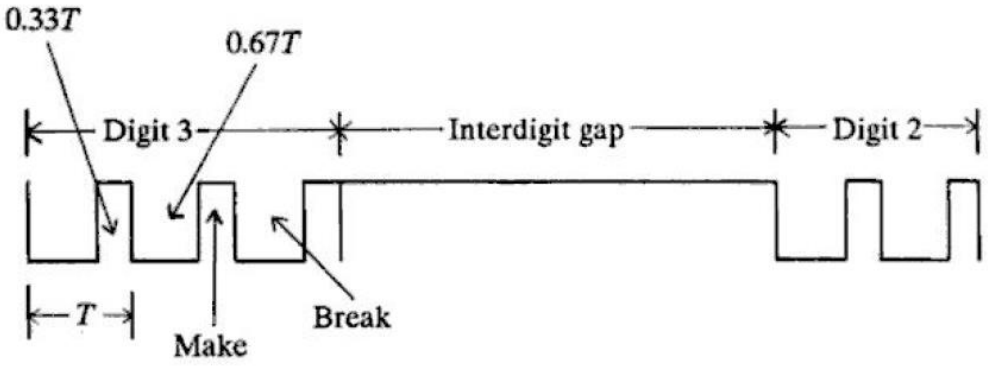
در مراکز تبادل دستی، متقاضی با برقراری ارتباط با متصدی می‌تواند با زبان طبیعی و غیررسمی هویت مخاطب را به او معرفی نماید. برای مثال، مخاطب را می تواند با اسم یا شغل و یا لقب معرفی کند. در مراکز تبادل خودکار ارتباط غیر رسمی موضوعیت ندارد و برای شناسایی مشترکین لازم است از یک شیوه شماره‌گذاری یا نشانی‌دهی رسمی استفاده شود. شماره‌گذاری که مشترکین را با تخصیص شماره تفکیک می‌کند از نشانی‌دهی که در آن مشترکین با رشته‌های حرفی عددی شناسایی می‌شوند، رایجتر است. حال به یک سازوکار مناسب برای ارسال شماره مخاطب به مرکز تبادل روی دستگاه وراگویی نیاز داریم. دو سازوکار مرسوم برای اینکار عبارتند از:

- شماره‌گیری تکانه‌ای [پالسی]
- شماره‌گیری چندبسامدی

شماره‌گیری چندبسامدی در بخش ۳-۲ بیان شده است. شماره‌گیری تکانه‌ای از سال ۱۸۹۵ آغاز شده و تا به امروز بطور گسترده استفاده می‌شود. در این شیوه شماره‌گیری، برای نشان دادن هر رقم در شماره مشترک دنباله‌ای از تکانه‌ها استفاده می‌شود. تعداد تکانه‌ها در دنباله برابر مقدار عددی هر رقم است، بجز رقم صفر که ده تکانه متوالی نشان دهنده آن است. ارقام متوالی در یک شماره با چندین دنباله تکانه‌ای متوالی نشان داده می‌شوند. توالی دو دنباله با مکثی در بین آنها که مکث *بین ارقام*[1] نام دارد، مشخص می‌شود. تکانه‌ها با قطع و وصل متناوب جریان

[1] Interdigit gap

در خط ارتباطی مشترک با مرکز تبادل ایجاد می‌شوند. در شکل ۲-۱ الگوی تکانه‌ها برای ارسال اعداد ۳ و ۲ بطور متوالی نشان داده شده است.



شکل ۲-۱ شماره‌گیری تکانه‌ای

نرخ ارسال تکانه‌ها، ۱۰ تکانه در ثانیه با ۱۰ درصد کم و زیاد است. مکث بین ارقام لااقل ۲۰۰ میلی ثانیه و در برخی طرحهای شماره‌گیری دیگر، حداقل ۴۰۰ تا ۵۰۰ میلی ثانیه است. در بعضی از مراکز تبادل متقاطع و برقواره-ای جدید کران بالایی برای مکث بین ارقام در نظر گرفته شده است (بخش ۴-۱ را ببینید.) نسبت دوره کار تکانه بطور معمول ۳۳ درصد است.

برای تشریح سازوکار شماره‌گیری تکانه‌ای دستگاه‌های وراگویی باید نکات زیر را در نظر داشت:

۱- از آنجا که تکانه‌ها با قطع و وصل جریان خط مشترک ایجاد می‌شوند، امکان جرقه زنی درون دستگاه وراگو وجود دارد.
۲- در صورتی که تکانه‌های شماره‌گیری از مدارات فرستنده، گیرنده و تولید زنگ عبور داده شوند، امکان آسیب دیدن آنها وجود دارد.
۳- عادات شماره‌گیری در مشترکین متفاوت است. لذا باید ترتیبی اتخاذ کرد که زمانبندی تکانه‌ها با تغییر نحوه شماره‌گیری تغییر نکند.

یک شماره‌گیر چرخان وراگو برای تحقق شماره‌گیری باید از امکانات زیر برخوردار باشد:

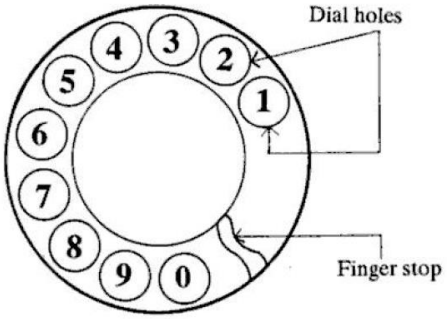
- صفحه انگشت‌گیر و فنر
- محور، دنده و چرخ دنده

- سازوکار قلاب ضامن و چرخ دندانه
- بادامک تکانه و بادامک جداساز یا سازوکار ماشه چکانی
- زبانه اتصال تکانه
- تنظیم کننده گریز از مرکزی و دنده حلزونی
- مدارات فرستنده، گیرنده و کنارگذر زنگ

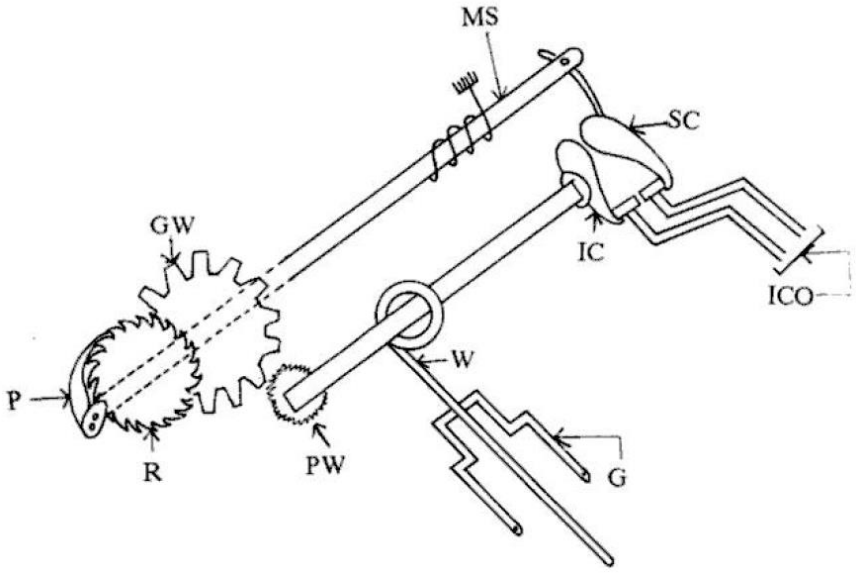
در شکل ۲-۲(الف) شمایل یک صفحه انگشت‌گیر نمایش داده شده است. نحوه کار شماره‌گیر به اینصورت است که انگشت را در حفره متناظر با رقمی که باید شماره‌گیری شود قرار می‌دهیم و صفحه شماره‌گیر را در جهت حرکت عقربه ساعت می‌چرخانیم تا به موضع توقف انگشت برسیم و با برداشتن انگشت صفحه شماره‌گیر را آزاد می‌کنیم. فنر صفحه شماره‌گیری و سازوکار متصل به آن را به موقعیت استقرار اولیه برمی‌گرداند. در طی برگشت صفحه است که تکانه‌های شماره‌گیری تولید می‌شوند و بدین ترتیب زمانبندی آنها مستقل از عامل انسانی خواهد بود.

بسته به نوع سازوکاری که برای عمل روی زبانه اتصال تکانه اعمال می‌شود، دستگاه‌های وراگویی با شماره‌گیر چرخان به دو دسته بادامکی و ماشه‌چکانی تقسیم‌بندی می‌شوند. اصول عملکرد هر دو دسته یکسان است و ما برای تشریح نحوه عملکرد آنها نوع بادامکی را لحاظ کرده‌ایم. آرایش سازواره‌ای [مکانیکی] داخل یک شماره-گیر چرخان در شکل ۲-۲ (ب) نشان داده شده است. هنگامی که شماره‌گیر در وضعیت استقرار اولیه خود قرار دارد، زبانه اتصال تکانه توسط بادامک جداساز از بادامک تکانه دور نگهداشته می‌شود. وقتی شماره‌گیر از استقرار اولیه خارج می‌شود، در اصطلاح به *موقعیت نامعمول* می‌رود. در این وضعیت زبانه اتصال تکانه نزدیک بادامک تکانه قرار می‌گیرد. چرخش صفحه شماره‌گیر باعث چرخش محور اصلی می‌شود. در طی چرخش ساعتگرد، قلاب ضامن بر روی چرخ دندانه می‌لغزد. در همین زمان چرخ دندانه، دنده، چرخ دنده و تنظیم کننده در حین حرکت ساعتگرد شماره‌گیر ثابت باقی می‌مانند. وقتی شماره‌گیر برمی‌گردد، قلاب ضامن در چرخ دندانه گیر می‌افتد و باعث چرخیدن آن می‌شود. دنده، چرخ دنده و تنظیم کننده هم همراه با آن می‌چرخند. تنظیم کننده سرعت چرخش یکنواختی را ایجاد می‌کند. چرخش بادامک تکانه که به چرخ دنده روی محور متصل است، باعث ایجاد اتصال و انفصال به زبانه اتصال تکانه می‌شود که این امر موجب تولید تکانه جریان در مدار خط

مشترک خواهد شد. شکل بادامک تکانه به گونه‌ای است که نسبت زمان انفصال و اتصال ۱:۲ باشد. وقتی شماره-گیر به نزدیکی موقعیت استقرار اولیه خود می‌رسد، بادامک جداساز زبانه اتصال تکانه را از بادامک تکانه دور خواهد کرد. اینکار باعث می‌شود مکث لازم بین شماره‌گیری دو رقم مستقل از شیوه شماره‌گیری متقاضی تأمین شود. همچنین بادامک جداساز را می‌توان طوری طراحی کرد که مکث بین ارقام قبل از شروع نخستین تکانه شماره‌گیری هر رقم قرار گیرد.



شکل ۲-۲ (الف) آرایش صفحه انگشتی شماره‌گیر چرخان



شکل ۲-۲ (ب) سازوکار تولید تکانه

تنظیم کننده G – دنده GW – بادامک تکانه IC –زبانه اتصال تکانه ICO – محور اصلی MS

قلاب ضامن P – چرخ دنده PW- چرخ دندانه R – بادامک جداساز SC – دنده حلزونی W

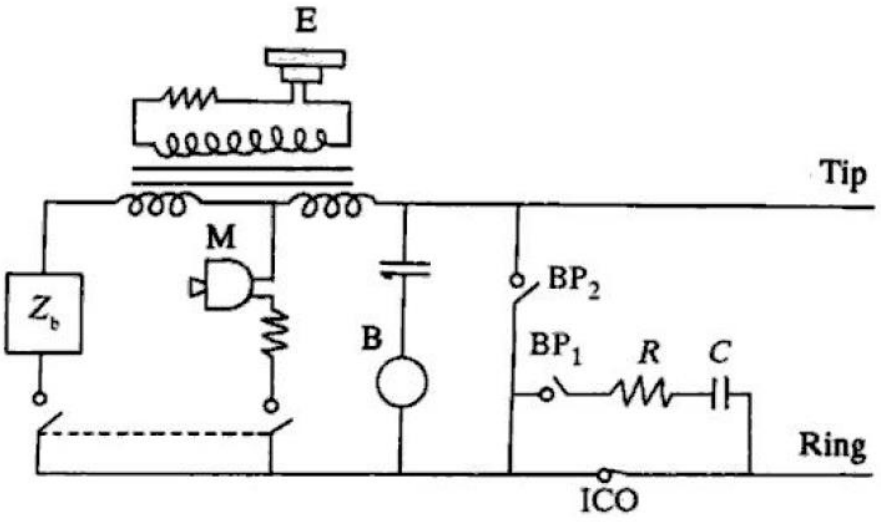
شکل ۲-۲ اجزاء و سازوکار شماره‌گیر چرخان وراگو

نوع ماشه‌چکانی شماره‌گیرها نسبت به نوع بادامکی پیشرفته‌تر هستند. دقت عملکرد شماره‌گیر بادامکی به مرور زمان در اثر سایش و فرسودگی بادامک و سایر اجزاء در معرض اصطکاک آن کاهش می‌یابد. در طرح شماره‌گیر ماشه‌چکان این اجزاء اصطکاکی حذف شده‌اند و در نتیجه دستاوردهای ذیل بدست آمده:

- یکنواختی بیشتر نسبت دوره کار تکانه
- مکث بین ارقام بیشتر
- پایداری بیشتر سرعت بازگشت شماره‌گیر

سازوکار ماشه‌چکانی آن چنان ترتیب یافته که طی چرخش ساعتگرد شماره‌گیر، ماشه تحت فشار فنر از زبانه اتصال تکانه دور باشد و در نتیجه تکانه‌ای در این مرحله ایجاد نشود. درهمان ابتدای حرکت بازگشتی شماره‌گیر، ماشه در اثر فشار فنر به موضع عملیاتی خود بازمی‌گردد و عمل قطع و وصل را بر روی زبانه اتصال تکانه انجام می‌دهد. زمان لازم برای بازگشت ماشه به موضع عملیاتی، مکث بین ارقام، که حدود ۲۴۰ میلی ثانیه است، را تأمین می‌کند.

در شکل ۲–۳ مدار تولید تکانه در وراگوی شماره‌گیر چرخان نمایش داده شده است.



شکل ۲–۳ مدار تولید تکانه در وراگوی شماره‌گیر چرخان

زنگ B – اتصال کنار گذر BP – زبانه اتصال تکانه ICO

وقتی مشترک دسته گوشی را برمی‌دارد، حلقه جریان مستقیم بین مرکز تبادل و خط مشترک بسته شده و جریان ثابتی روی آن برقرار می‌گردد. زبانه اتصال تکانه (ICO) که بطور معمول بسته است، بطور سری با حلقه جریان مستقیم قرار گرفته است. وقتی توسط بادامک یا ماشه قطع و وصل شود، تکانه روی جریان حلقه ایجاد می‌شود. در شکل ۲–۳ دو کلید کنارگذر BP1 و BP2 نشان داده شده‌اند. به محض اینکه شماره‌گیر از وضعیت استقرار اولیه خارج شود این دو کلید بسته می‌شوند و به همین دلیل آنها را اتصالات اقدام شماره‌گیر می‌نامیم. کلید BP2 دهنی M، گوشی E و زنگ B را هنگام ارسال تکانه از مدار خارج می‌کند. کلید BP1 یک مدار خازن مقاومتی را برای دفع جرقه‌های احتمالی ناشی از قطع ناگهانی جریان به موازات ICO قرار می‌دهد. اگر کلید BP1 نبود، جرقه‌های برقمایه‌ای [ولتاژی] که روی ICO ظاهر می‌شدند، تأثیر نامطلوبی روی مدارهای دیگر دستگاه وراگو می‌گذاشتند. پس از اتمام شماره‌گیری، شماره‌گیر در وضعیت استقرار اولیه است و کلیدهای BP1 و BP2 باز می‌شوند و زبانه اتصال تکانه هم بسته است. بنابراین فرستنده و گیرنده آماده انجام مکالمه هستند. زوج سیمی که وراگو را به مرکز تبادل وصل کرده‌اند، حلقه و نوک نام دارند. از طریق یک کلید بازفرست[رله] برقمایه [ولتاژ] ۴۸– ولت برقنباره [باتری] مرکزی به سیم حلقه وصل می‌شود و سیم نوک به زمین متصل است. اخباره طرف دوردست از طریق سیم حلقه دریافت می‌شود و سیم نوک برای ارسال اخباره بکار می‌رود.

۲–۲ نواهای علامت‌دهی

همانطور که در بخش ۱–۴ بیان شد، چندین عملکرد علامت‌دهی برای برقراری، نگهداری و قطع ارتباطات وراگویی مورد نیاز است. این عملیات در مراکز دستی توسط متصدی انجام می‌شوند. علامت‌دهی شفاهی با متصدی، در مراکز خودکار با ارسال نواهای علامت‌دهی جایگزین شده‌اند. هر متصدی پنج کارکرد علامت‌دهی در ارتباط با مشترکین انجام می‌دهد:

۱– پاسخگویی به متقاضی جهت اخذ مشخصات مخاطب

۲– مطلع کردن متقاضی از برقراری ارتباط

۳– ارسال زنگ به دستگاه مخاطب

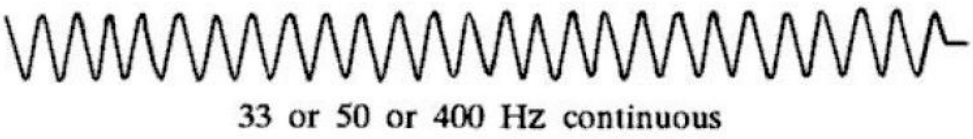
۴– مطلع کردن متقاضی اگر مخاطب مشغول باشد

۵– مطلع کردن متقاضی در صورتی که به دلیلی امکان برقراری ارتباط با مخاطب میسر نباشد.

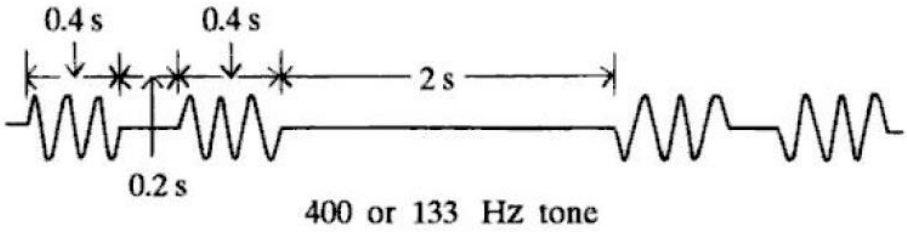
در مراکز خودکار نواهای متفاوتی برای هر یک از کارکردهای ۱، ۳، ۴ و ۵ وجود دارند. در مراکز تبادل استروگر برای کارکرد ۲ نوای خاصی نداریم. ولی در بسیاری از مراکز وراگویی جدید نوای اقدام به برخوانی و یا نوای مسیریابی برای کارکرد ۲ ارسال می‌شوند. با وجودی که سعی زیادی برای استانده کردن نواهای علامت‌دهی انجام شده ولی هنوز در نقاط مختلف دنیا و حتی در مناطق مختلف یک کشور نواهای علامت‌دهی گوناگونی به گوش می‌رسند. این تنوع بیشتر بخاطر تفاوت در قابلیت‌ها و فناوری‌های سامانه‌های سودهی مورد استفاده است. برای اینکه مشترکین و متصدیان بتوانند معانی نواهای مختلف را صرفنظر از منشأ آنها، فوراً شناسایی کنند و به درستی متوجه شوند، استانده‌سازی نواهای شنیداری ضروری است. حتی تغییر این نواها هم باید در چارچوب استانده‌های مربوطه انجام شود. فقط تصور کنید چه اتفاقی می‌افتاد اگر نوای زنگ خوردن در یک کشور مشابه نوای مشغول بودن در کشوری دیگر بود!

برای انجام کارکرد ۱، *بوق خط آزاد* برای متقاضی ارسال می‌شود. این بوق به متقاضی اعلام می‌کند که مرکز تبادل آماده دریافت شماره مخاطب است. متقاضی فقط بعد از شنیدن این نوا اجازه شماره‌گیری را دارد. وگرنه ممکن است بخشی از تکانه‌های نخستین رقم را مرکز تبادل دریافت نکند و شماره عوضی را وصل کند. اغلب اوقات حتی قبل از اینکه دسته گوشی وراگو نزدیک گوش متقاضی برسد، مرکز بوق خط آزاد را ارسال کرده است. گاهی ممکن است چندثانیه‌ای طول بکشد تا بوق خط آزاد شنیده شود. وقوع این امر به ویژه در مراکز تبادل با راهبری مشترک که از منابع اشتراکی برای ارتباط با کاربران سود می‌برند، محتملتر است. همانظور که در شکل ۲–۴ (الف) می‌بینید بوق آزاد یک موج سینوسی پیوسته تک بسامد با بسامدی بین ۴۰۰ تا ۴۵۰ هرتز است. معمولاً اخباره تک بسامدی با بسامد ۲۵ یا ۵۰ هرتز مدگردانی می‌شود. از نواهای ترکیبی سه بسامدی هم می‌توان به عنوان بوق آزاد استفاده کرد اگر لااقل دو بسامد در دو محدوده ۳۴۰–۴۲۵ هرتز و ۴۰۰–۴۵۰ هرتز قرار گرفته باشند.

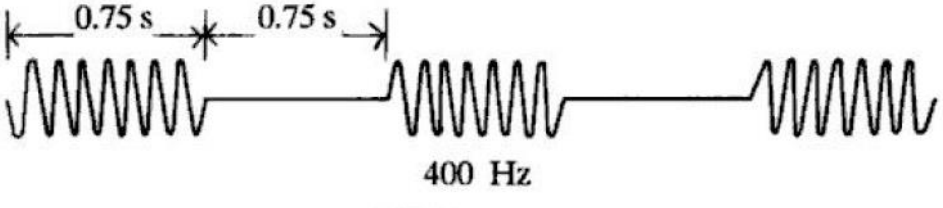
با مشخص شدن شماره مخاطب، تجهیزات راهبری مرکز تبادل اخباره زنگ را برای دستگاه وراگویی مخاطب ارسال می‌کند. این اخباره شکل آشنای زنگ دوگانه را دارد. همزمان تجهیزات راهبری *نوای زنگ خوردن* را برای متقاضی ارسال می‌کند، که همانطور که در شکل ۲–۴ (ب) می‌بینید الگویی مشابه اخباره زنگ دارد. فاصله مکث زمانی دو زنگ در الگوی دوگانه ۰٫۲ ثانیه و مکث بین الگوهای دوتایی متوالی ۲ ثانیه است. طول تکانه زنگ بین ۰٫۳۵ تا ۰٫۷۵ ثانیه است. بسامد نوای زنگ خوردن نیز بین ۴۰۰ تا ۴۵۰ هرتز است و گاهی با بسامد۱۶ تا ۱۵۰ هرتز مدگردانی می‌شود.



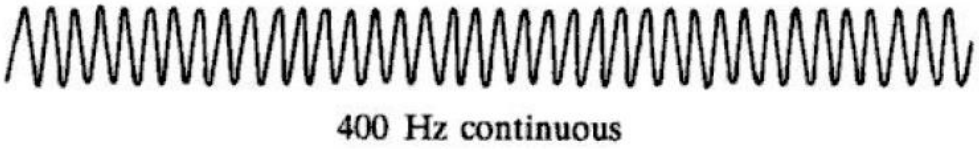
(الف) بوق خط آزاد



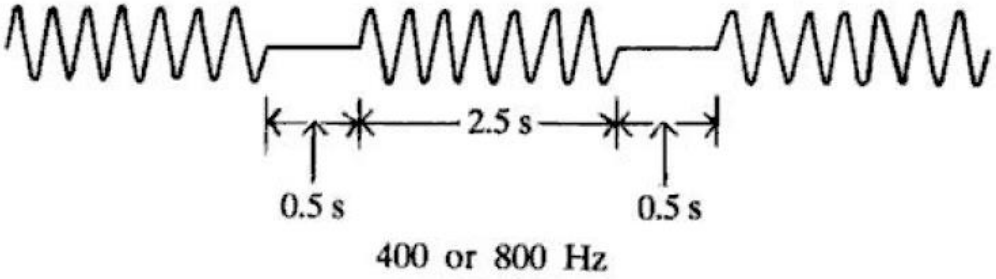
(ب) نوای زنگ خوردن



(ح) بوق اشغال



(د) نوای شماره خارج از دسترس



(ه) نوای اقدام به برخوانی

شکل ۲-۴ نواهای علامت‌دهی در مراکز خودکار

باید توجه داشت که اخباره زنگ و نوای زنگ خوردن دو کمیت مستقل هستند که معمولاً همزمان هم نیستند. این امر یکی از مشکلات متداول سامانه وراگو را که عبارت است از شنیده شدن نوای زنگ خوردن در طرف متقاضی و عدم دریافت اخباره زنگ در طرف مخاطب، را توضیح می‌دهد.

الگوی *بوق اشغال* را در شکل ۲-۴ (ج) مشاهده می‌کنید. این بوق یک نوای تکانه‌ای، با دوره تناوبی سریع و تک بسامد با بسامدی در محدوده ۴۰۰-۴۵۰ هرتز است که در بین تکانه‌های آن سکوت برقرار می‌شود. مجموع بازه زمانی تکانه و سکوت بین ۳۳۰ تا ۱۱۰۰ هزارم ثانیه است. نسبت دوره زمانی تکانه نوا به دوره زمانی سکوت عددی است که بین ۰,۶۷ تا ۱,۵ می‌تواند تغییر کند. وقتی تجهیزات سودهی شامل مدارات گروه یا خط اتصال کافی برای ایجاد ارتباط با مخاطب در مرکز تبادل در دسترس نباشد یا خط مخاطب مشغول باشد، بوق اشغال برای متقاضی ارسال می‌شود. بین این دو وضعیت هیچ تفاوتی نیست. اگر ارسال بوق بخاطر فقدان منابع و مدارهای سودهی باشد، به آن، *بوق ازدحام* هم اطلاق می‌شود. هر چند اگر دو نوای متمایز ارسال می‌شد، مشترکین مجرب می‌توانستند با شنیدن آن به وضعیت کارکرد شبکه پی ببرند ولی جز اینکه مشترکین عادی را سردرگم کند، حاصل دیگری ایجاد نمی‌شد. در بعضی از مراکز تبادل برقواره‌ای جدید، از اعلانات صوتی نظیر «شماره مشغول است« یا «شبکه مشغول است» برای اعلام دو وضعیت متمایز استفاده می‌شود. اما در مناطق چندزبانه اعلانات صوتی مسأله‌دار است. در غیاب دو نوای متمایز، متقاضی با شنیدن بوق اشغال نمی‌تواند استنتاج کند که مخاطب در حال مکالمه است. این امر توضیحی است برای وضعیتی تعجب‌برانگیزی است که علیرغم آزاد بودن و متصل بودن وراگوی مخاطب به شبکه، گفته می‌شود که وراگوی او در همان زمان مشغول است.

نوای شماره خارج از دسترس که یک اخباره ۴۰۰ هرتزی است، در شکل ۲-۴(د) نشان داده شده است. دلایل متعددی ممکن است باعث ارسال این نوا به متقاضی شود از جمله خراب بودن یا قطع بودن خط مخاطب، یا اتصال به خطوط یدک بخاطر خطا در شماره‌گیری. در برخی از مراکز تبادل نوای شماره خارج از دسترس یک اخباره ۴۰۰ هرتزی است که به نوبت ۲,۵ ثانیه وصل و ۰,۵ ثانیه قطع است.

نوای مسیریابی یا *نوای اقدام به برخوانی* اخباره‌ای ۴۰۰ یا ۸۰۰ هرتزی است که به نوبت قطع و وصل می‌شود. در سامانه‌های برقسازه‌ای [الکترومکانیکی] معمولاً اخباره ۸۰۰ هرتزی با نسبت دوره کاری ۵۰ درصد با بازه زمانی قطع/وصل ۰,۵ ثانیه است. در مراکز تبادل برقواره‌ای [الکترونیکی] گزارا [آنالوگ] اخباره ۴۰۰ هرتزی است که ۰,۵ ثانیه وصل و ۲,۵ ثانیه قطع است. در مراکز شمارا [دیجیتال] اخباره ۴۰۰ هرتزی با زمان قطع/وصل ۰,۱ ثانیه

است. وقتی درخواست متقاضی روی مراکز تبادل مختلفی مسیریابی شود، نواهای اقدام به برخوانی متفاوتی در حین برقراری مسیر ممکن است به گوش برسد. در شکل ۲–۴(ه) الگوی نوای مسیریابی نشان داده شده است.

بسیاری از نواهای صوتی استانده دیگر مانند *نوای اطلاعات خاص*، *نوای هشدار* و *نوای تشخیص وراگوی همگانی* هم وجود دارند.

۲–۳ اجزاء سوده استروگر

در سوده استروگر دو نوع دستگاه برقسازه‌ای داریم که مصالح اصلی ساخت آن را فراهم ساخته‌اند:

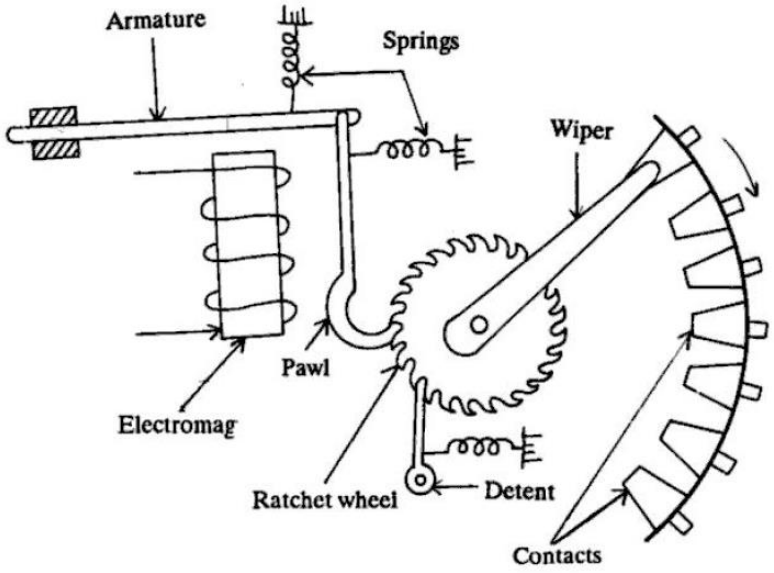
- تک‌گزینشگر
- گزینشگر دو حرکتی

چون این دستگاه‌ها قابلیت گزینش مسیرهای سودهی مناسب جهت ایجاد اتصال بین مشترکین مختلف را دارند، آنها را گزینشگر [سلکتور] می‌نامند. تک‌گزینشگرها سازوکاری جهت پیمایش ردیفی از زبانه‌های اتصال گرداگرد یک صفحه افقی را دارند تا اتصال را با انتخاب یک زبانه اتصال آزاد، برقرار سازند. گزینشگرهای دو حرکتی برای انتخاب زبانه اتصال می‌توانند در دو راستای افقی و عمودی حرکت کنند.

تک‌گزینشگرها و گزینشگرهای دو حرکتی هر دو با استفاده از سوده‌های چرخان برقسازه‌ای ساخته شده‌اند، که خود از اجزایی مانند آهنربای برقی، میله و چرخ دندانه ساخته می‌شوند. در شکل ۲–۵(الف) سازوکار رانش سوده چرخان نشان داده شده است.

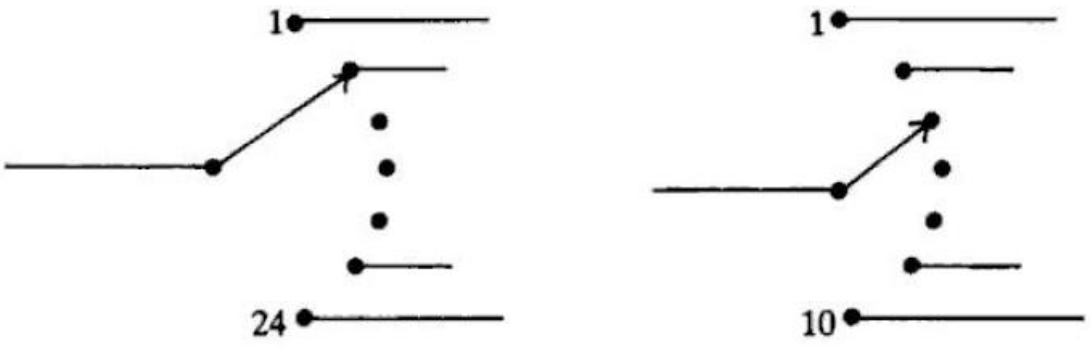
هرگاه آهنربای برقی فعال شود، میله فلزی را جذب می‌کند و قلاب ضامن یک دندانه پائین می‌افتد. روزنه بین میله و آهنربا به نحوی تنظیم شده است که با بالا آمدن میله، قلاب ضامن بر روی چرخ دندانه‌دار دقیقاً یک دندانه لغزش داشته باشد. ولی چرخ دندانه‌دار بخاطر ضامن نگهدارنده حرکت نخواهد کرد و در جای خود ثابت باقی می‌ماند. با غیرفعال شدن آهنربای برقی، فنر متصل به میله آن را به موضع اولیه خود باز می‌گرداند. حرکت معکوس میله باعث بالا آمدن قلاب ضامن و در نتیجه چرخش چرخ دندانه‌دار به اندازه یک دندانه می‌شود، جایی که ضامن نگهدارنده وضعیت آن را تثبیت می‌کند. همراه با چرخش چرخ دندانه‌دار به اندازه یک موضع، جاروبک آن روی

زبانه اتصال دیگر در جهت نشان داده شده تغییر مکان می‌یابد. بنابراین اگر با اعمال پنج تکانه به آهنربا آن را پنج بار فعال و غیر فعال کنیم، جاروبک روی پنج زبانه اتصال جابجا می‌شود.



میله Armature – فنرها Springs – جاروبک Wiper – آهنربای برقی Electromagnet- قلاب ضامن Pawl – چرخ دندانه‌دار Ratchet wheel – ضامن نگهدارنده Detent – زبانه‌های اتصال Contacts

شکل ۲-۵ (الف) سازوکار رانش یک سوده چرخان



شکل ۲-۵ (ب) طرحواره یک تک‌گزینشگر

شکل ۲-۵ تک‌گزینشگر

از آنجا که چرخش چرخ دندانه‌دار در حرکت برگشتی میله به موضع اولیه رخ می‌دهد، سازوکار شکل ۲-۵ (الف) را از نوع *رانش معکوس* می‌نامیم. امکان دارد سازوکار را به نحوی تغییر داد که چرخش در مرحله حرکت

رو به پائین میله انجام شود که در این صورت آن را از نوع *رانش مستقیم* می‌نامیم. معمولاً از رانش معکوس در گزینشگر تکی و رانش مستقیم در گزینشگر دو حرکتی استفاده می‌شود.

تک‌گزینشگرها با استفاده از یک سوده چرخان در دو پیکربندی مختلف ساخته می‌شوند: تک‌گزینشگر ۱۰ برونگاهه یا ۲۴ برونگاهه. اولی ۱۱ و دومی ۲۵ جایگاه اتصال برای استقرار جاروبک دارند. اولین جایگاه اتصال را *زبانه اتصال سراگاه* و سایر آنها را *زبانه‌های اتصال سودهی* می‌گوئیم. وقتی جاروبک در سراگاه است یعنی تک‌گزینشگر آزاد و آماده انجام اتصال سودهی است. وقتی در حال کار باشد جاروبک در یک جایگاه سودهی قرار دارد. به این اتصالات ۱۱ یا ۲۵ گانه، مخزن [بانک] اتصالات می‌گوئیم. در حالت عادی چهار مخزن اتصال در چهار صفحه افقی مختلف در هر تک‌گزینشگر وجود دارد. در یکی از این چهار مخزن، که *مخزن سرایابی* نام دارد، اتصالات آرایش خاصی دارند. این مخزن فقط دو جایگاه اتصال دارد: یکی در جایگاه اول متناظر با جایگاه سراگاه سایر مخازن، و دیگری که به شکل یک قوس از جایگاه دوم تا آخر امتداد دارد. به این زبانه اتصال قوسی شکل، *قوس سرایابی* گفته می‌شود. دوتا از سه مخزن باقیمانده برای انتقال اخباره صوتی در دو سو بین متقاضی و مخاطب استفاده می‌شوند. از مخزن سوم که گاهی با نام *مخزن محافظ* از آن یاد می‌شود، برای نشان دادن وضعیت آزاد/مشغول بودن تک‌گزینشگر استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، این مخزن از دسترسی به تک‌گزینشگر مشغول برای ایجاد اتصالات جدید دیگر ممانعت می‌نماید.

به ازاء هر مخزن یک جاروبک در تک‌گزینشگر وجود دارد، که همگی بصورت صلب روی تشکیلات جاروب سوار شده‌اند و همراه با چرخش چرخ دندانه می‌چرخند. در نتیجه تمام جاروبک‌ها بطور همزمان می‌چرخند و نسبت به یکدیگر حرکت نسبی ندارند. در هر لحظه تمام جاروبک‌ها در یک صفحه عمودی قرار دارند و با زبانه‌های اتصال در جایگاه‌های مشابه در مخازن مختلف تماس دارند.

برای ایجاد یک اتصال سودهی شده، آهنربای برقی تک‌گزینشگر توسط تکانه‌های شماره‌گیری فعال می‌شوند. وقتی مثلاً شماره ۵ شماره‌گیری می‌شود، ۵ تکانه به آهنربای برقی می‌رسند که باعث حرکت تشکیلات جاروب به اندازه ۵ جایگاه خواهد شد. اگر خط زنگ مشترک شماره ۵ به برونگاه پنجم تک‌گزینشگر وصل شده باشد و مشترک شماره ۳ عدد ۵ را شماره گیری کند، بین آندو یک اتصال برقرار خواهد شد. برای آزاد کردن تک-گزینشگر در خاتمه مکالمه، از مخزن سرایابی استفاده می‌شود. وقتی بخواهیم اتصالی را آزاد کنیم، کافی است قوس سرایابی را فعال کنیم که اینکار باعث حرکت چرخ دندانه در جهت مخالف خواهد شد. این حرکت تا

زمانی که جاروبک مخزن سرایابی از قوس سرایابی خارج شود و در جایگاه سراگاه قرار بگیرد، ادامه خواهد داشت. در این هنگام تمام جاروبک‌ها در جایگاه سراگاه قرار گرفته‌اند، پس تک‌گزینشگر آزاد خواهد شد.

در مدار فعالسازی آهنربای برقی یک *اتصال وقفه ساز* تعبیه شده است. با فعال کردن این اتصال، وقفه‌ساز وارد عمل می‌شود. در شرایط عملیاتی، اتصال وقفه ساز بطور معمول بسته است و تنها وقتی که میله به انتهای حرکت رو به جلوی خود می‌رسد، باز می‌شود. با باز شدن اتصال وقفه‌ساز، مدار فعالسازی میله هم قطع می‌شود و در نتیجه میله به جایگاه سکون خود برگشته و اتصال وقفه ساز هم بسته می‌شود. اگر مدار رانش بطور مداوم فعال باشد و اتصال وقفه‌ساز هم فعال شده باشد، گزینشگر بخاطر قطع و وصل شدن متوالی اتصال وقفه‌ساز بطور پیوسته گام به گام جلو خواهد رفت. به این حالت عملیاتی گزینشگر، *حالت گام‌زنی خودکار* گفته می‌شود. در بخش ۴-۲ خواهیم دید که تک‌گزینشگر از طریق حالت گام‌زنی خودکار است که یک برونگاه آزاد را پیدا و تصرف می‌کند. در شکل ۲-۵ (ب) طرحواره تک‌گزینشگر نشان داده شده است.

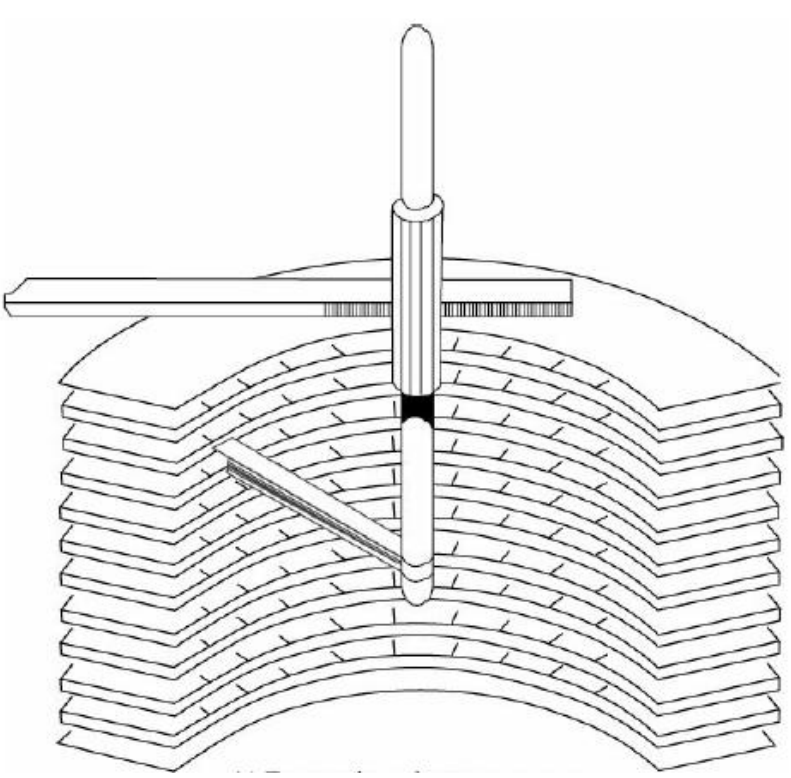
عملکرد صحیح تک‌گزینشگر به چندین عامل زیر وابسته است:

- مقدار جریان فعالسازی
- ماند [اینرسی] سامانه متحرک
- اصطکاک جاروبک و زبانه‌های اتصال
- اصطکاک تشکیلات رانش
- تنش در فنرهای بازگردان
- تنظیم اتصال وقفه‌ساز

برای آنکه اهمیت این عوامل را در عملکرد صحیح نشان دهیم، برای نمونه تنظیم اتصال وقفه‌ساز را در نظر می‌گیریم. اتصال وقفه‌ساز را باید به نحوی تنظیم کرد که در برخورد آن با میله در زمان مناسبی باز و بسته شود. اگر زود باز شود، امکان دارد میله نتواند حرکتش را به پایان برساند و قلاب ضامن در دندانه بعدی چرخ دندانه نیفتد. از طرفی اگر در طی بازگشت میله خیلی زود بسته شود، حرکت معکوس کامل نمی‌شود و گام زنی تشکیلات جاروب قطعی نخواهد بود. فرسودگی و سایش اجزاء گزینشگر بر عملکرد صحیح آن تأثیری منفی دارد، در نتیجه مراقبت و نگهداری گزینشگر باید مکرراً در فواصل زمانی کوتاه انجام شود.

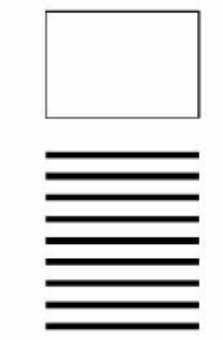
گزینشگر دو حرکتی توانایی حرکت و گام‌زنی در جهات افقی و عمودی را دارد. این گزینشگر دو سوده چرخان دارد که یکی تشکیلات جاروب را افقی و دیگری آن را بطور عمودی حرکت می‌دهند. بسیاری از مؤلفان عبارت *سوده چرخان* را برای سوده‌هایی بکار برده‌اند که جاروبک‌های آنها فقط حرکت افقی دارند. در این کتاب اما، مقصود ما از *سوده چرخان* لفظی کلی است که به تمام سوده‌هایی دلالت دارند که به نحوی آرایش یافته‌اند که از چرخ دندانه و قلاب ضامن چه برای حرکت افقی و چه حرکت عمودی استفاده کرده‌اند. سوده چرخان حرکت افقی گزینشگر دو حرکتی همانند سوده تک‌گزینشگر اتصال وقفه‌ساز دارد.

گزینشگرهای دو حرکتی معمولاً ۱۱ طبقه عمودی دارند که در هر طبقه عمودی ۱۱ زبانه اتصال افقی وجود دارند. پائین‌ترین طبقه و نخستین جایگاه اتصال سایر طبقات جایگاه‌های سراگاه هستند و سایر جایگاه‌های اتصال جایگاه-های سودهی حقیقی به شمار می‌آیند. بنابراین جاروبک در گزینشگر دو حرکتی به ۱۰۰ زبانه اتصال سودهی دسترسی دارد. برای دسترسی به یک زبانه اتصال سودهی خاص ابتدا باید تشکیلات جاروب را به طبقه مرتبط با آن زبانه انتقال داد و سپس با چرخش افقی به آن زبانه دست یافت. این آرایش در شکل ۲-۶ (آ) نشان داده شده است.



شکل ۲-۶ (آ) آرایش گزینشگر دو حرکتی

در هر طبقه سه یا چهار مخزن اتصال داریم. بسته به تعداد مخازن هر طبقه، گزینشگر دو حرکتی را گزینشگر ۳۳۰ نقطه‌ای یا ۴۴۰ نقطه‌ای می‌نامند. بمنظور سرایابی، تشکیلات جاروب با بکارگیری سازوکار اتصال وقفه‌ساز به جایگاهی ورای اتصال ۱۱ رانده می‌شود. در اثر این رانش تشکیلات جاروب به طبقه سراگاه فرو می‌افتد و تحت فشار فنر بازگردان به جایگاه سراگاه افقی باز می‌گردد. در برخی از طرح‌ها، آهنربای سومی بنام *آهنربای رهاساز* بمنظور سرایابی بکار گرفته شده است. جهت نشان دادن مشغول بودن گزینشگر دو حرکتی، با نخستین حرکت افقی یا عمودی جاروبک، مجموعه‌ای از اتصالات باز معمول[1] بکار می‌افتند و تا وقتی که تشکیلات جاروب به سراگاه برنگردد، در حال کار باقی می‌مانند. در شکل ۲-۶ (ب) طرحواره گزینشگر دو حرکتی نشان داده شده است.



شکل ۲-۶ (ب) طرخواره گزینشگر دو حرکتی

حرکت عمودی و افقی در گزینشگر دو حرکتی بطور مستقیم تحت تأثیر دو قطار از تکانه‌ها است که با شماره-گیری دو رقم توسط مشترک ایجاد می‌شوند. قطار تکانه نخست که با شماره‌گیری اولین رقم ایجاد می‌شود، آهنربای عمودی را بکار می‌اندازد و قطار تکانه دوم باعث رانش سوده چرخشی افقی می‌شود. در چنین وضعیتی، اتصالات مخزن را بر مبنای ارقامی که برای رسیدن به آنها باید شماره‌گیری شوند، شماره‌گذاری می‌کنیم. در جدول ۲-۱ شماره‌گذاری مخزن اتصالات ۱۰۰ تایی استانده را ملاحظه می‌کنید. توجه کنید که شماره‌های طبقه پائین از ۱۱ شروع و به ۱۰ ختم شده‌اند و شماره‌های طبقه دهم از ۰۱ شروع و به ۰۰ ختم می‌شود. این بدان دلیل است که شماره‌گیری رقم صفر ۱۰ تکانه ایجاد می‌کند.

[1] off-normal contacts

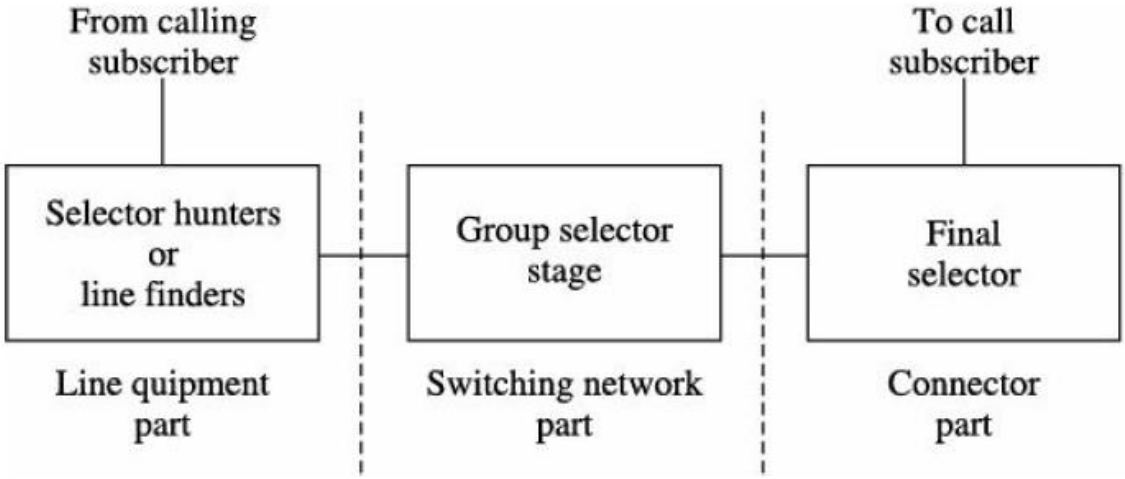
جدول ۲-۱ شماره‌گذاری اتصالات در گزینشگر دو حرکتی

طبقه	شماره اتصال افقی									
۱۰	۰۱	۰۲	۰۳	۰۴	۰۵	۰۶	۰۷	۰۸	۰۹	۰۰
۹	۹۱	۹۲	۹۳	۹۴	۹۵	۹۶	۹۷	۹۸	۹۹	۹۰
۸	۸۱	۸۲	۸۳	۸۴	۸۵	۸۶	۸۷	۸۸	۸۹	۸۰
۷	۷۱	۷۲	۷۳	۷۴	۷۵	۷۶	۷۷	۷۸	۷۹	۷۰
۶	۶۱	۶۲	۶۳	۶۴	۶۵	۶۶	۶۷	۶۸	۶۹	۶۰
۵	۵۱	۵۲	۵۳	۵۴	۵۵	۵۶	۵۷	۵۸	۵۹	۵۰
۴	۴۱	۴۲	۴۳	۴۴	۴۵	۴۶	۴۷	۴۸	۴۹	۴۰
۳	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴	۳۵	۳۶	۳۷	۳۸	۳۹	۳۰
۲	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۲۰
۱	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷	۱۸	۱۹	۱۰

۲-٤ سودهی گام به گام

با بکارگیری تک‌گزینشگرها و گزینشگرهای دو حرکتی و یا ترکیبی از این دو می‌توان سوده‌های گام به گام را ساخت. همانطور که قبلاً هم اشاره شد، جاروبک‌های این گزینشگرها در پاسخ به تکانه‌های شماره‌گیری حرکت می‌کنند. همچنین از طریق سازوکار وقفه‌سازی که با اخباره دیگری مانند برداشتن گوشی توسط مشترک فعال شود، هم می‌توان آنها را به حرکت واداشت. در هر برهه زمانی جاروبک یک گام به جلو خواهد رفت و حرکت آن به تعداد تکانه‌های دریافت شده و یا تا رسیدن به وضعیت علامت‌دهی مطلوب ادامه خواهد یافت. بدین ترتیب مدار سودهی در پاسخ به ارقام شماره‌گیری شده بطور گام به گام، برقرار خواهد شد. از اینرو به این روش نام سودهی گام به گام داده شده است. بیشتر مدارات راهبری لازم بطور قسمتی یکپارچه از گزینشگر ساخته شده‌اند، به همین خاطر آنها توانایی دریافت مستقیم و پاسخگویی به علائم مشترکین را دارا هستند. در مراحل مختلف سودهی، اجزاء سودهی(گزینشگرها) نواهای علامت‌دهی مقتضی را برای مشترکین ارسال می‌کنند. بنابراین هر سامانه سودهی گام به گام، سامانه‌ای با *راهبری مستقیم* است.

همانطور که در شکل ۲–۷ نشان داده شده، سامانه سودهی گام به گام از سه مرحله یا بخش عمده تشکیل شده است.



شکل ۲–۷ پیکربندی سامانه سودهی گام به گام

قسمت تجهیزات خط، که مرحله پیشگزینی هم نامیده می‌شود، نقش واسط را بین خطوط وارده مشترکین از سویی و منابع سودهی مرحله گزینشگری گروهی از سوی دیگر ایفا می‌کند. هدف اصلی مرحله پیشگزینی اتصال دادن خط مشترکینی که گوشی وراگویشان را برداشته‌اند به منابع سودهی در مرحله گزینشگری گروهی است. پیشگزین‌ها از نوع تک‌گزینشگر ۱۰ برونگاهه یا ۲۴ برونگاهه و یا گزینشگر دو حرکتی هستند. به ازاء هر اتصال یک پیشگزین لازم است. بعداً درباره طراحی مرحله پیشگزینی در همین بخش توضیح خواهیم کرد. مرحله گزینشگری گروهی که قسمت ماتریس سودهی سامانه سودهی را تشکیل می‌دهد، از یک یا چند مجموعه گزینشگر دو حرکتی شکل گرفته است. هر یک از این مجموعه‌ها را می‌توان یک زیرمرحله از مرحله گزینشگری گروهی پنداشت. هرگزینشگر از مجموعه زیرمرحله ۱ از مرحله گزینشگری گروهی را گزینشگر گروه اول، از مجموعه زیرمرحله ۲ را گزینشگر گروه دوم و به همین ترتیب، می‌نامیم. تعداد زیرمراحل به اندازه مرکز تبادل بستگی دارد. قسمت اتصال دهنده یا مرحله گزینشگر نهایی، نقش واسط خطوط صادره به سمت مشترکین را برعهده دارد و از یک مجموعه از گزینشگرهای دو حرکتی که به آن *گزینشگرهای نهایی* گفته می‌شود، تشکیل می‌شود. هر برونگاه گزینشگر نهایی به یکی از خطوط صادره به سمت مشترکین، متصل است. در مراکز تبادل استروگر کوچک ممکن است تمام این سه مرحله وجود نداشته باشند. در بخشهای ۶–۲ تا ۸–۲ درباره پیکربندی مراکز تبادل در اندازه‌های گوناگون بحث می‌کنیم.

هنگامی که یک مشترک دسته گوشی وراگوی خود را برمی‌دارد، پیشگزین مرتبط به خط وارده‌اش او را به یک گزینشگر گروه اول آزاد اتصال می‌دهد. وقتی این اتصال برقرار شد، پیشگزین به سادگی یک مسیر رسانا بین خط مشترک و گزینشگر گروه اول ایجاد ساخته که تا زمان آزادسازی برقرار باقی خواهد ماند. در این زمان، برچسب حالت مشغول بودن برای پیشگزین و گزینشگر گروه اول مربوطه ثبت می‌شود. گزینشگر گروه اول از طریق پیشگزین بوق آزاد را برای مشترک مربوطه ارسال می‌کند. حال گزینشگر گروه اول آماده دریافت تکانه‌های شماره‌گیری از طرف مشترک است. وقتی که مشترک شماره‌گیری را آغاز می‌کند، گزینشگر گروه اول ارسال بوق را متوقف کرده و تکانه‌های نخستین رقم شماره‌گیری شده توسط مشترک را دریافت می‌کند. تشکیلات جاروب گزینشگر بصورت عمودی به تعداد تکانه‌های دریافتی از نخستین قطار تکانه به بالا گام می‌زند. چون گزینشگر در پاسخ به رقم شماره‌گیری شده این عمل را انجام می‌دهد به اینکار *گزینش عددی* گفته می‌شود. پس از خاتمه قطار تکانه نخست و پیش از آغاز قطار تکانه دوم، جاروبک توسط سازوکار گام‌زنی خودکار تا وقتی یک زبانه اتصال متصل به گزینشگر آزاد گروه دوم را بیابد، در صفحه افقی حرکت می‌کند. از آنجا که گزینشگر با اینکار بوسیله سازوکار وقفه‌سازی یک منبع سودهی آزاد از گروه بعدی را گزینش می‌کند، ما از عبارت *گزینش منبع* از آن یاد می‌کنیم. یادآوری می‌کنیم که مکث بین ارقام در حدود ۲۴۰ هزارم ثانیه است و گزینش منبع طی این زمان کامل می‌شود. از این لحظه به بعد، گزینشگر گروه اول فقط یک مسیر رسانا به گزینشگر گروه دوم را فراهم می‌کند. هر گزینشگر گروهی در زیر مراحل بعد با پردازش ارقام شماره‌گیری شده بعدی توسط مشترک، همانند گزینشگر گروهی در زیرمرحله اول عمل می‌کند و گزینشگری آزاد را در زیرمرحله بعد می‌یابد و تصرف می‌کند. به عبارت دیگر، هر گزینشگر گروهی یک عمل گزینش عددی و یک عمل گزینش منبع را انجام داده و از آن به بعد مثل یک مسیر رسانا عمل خواهتد کرد. در آخرین زیرمرحله از مراحل گزینش گروهی یک گزینشگر نهایی از قسمت اتصال دهنده انتخاب می‌شود.

دو رقم آخر شماره گرفته شده با دو گزینش عددی در گزینشگر نهایی پردزش می‌شوند. رقم ماقبل آخر باعث گام‌زنی در راستای عمودی و رقم آخر باعث گام‌زنی در صفحه افقی و انتخاب برونگاه مناسب خواهد شد. چون پاسخ گزینشگر نهایی هم در راستای عمودی و هم راستای افقی توسط ارقام تعیین می‌شوند به آن *گزینشگر عددی* هم گفته می‌شود. برونگاهی از گزینشگر نهایی که طی فرآیند سودهی موصوف انتخاب شده است به خط صادره-ای که به سمت مشترک مخاطب می‌رود، متصل است. چنانچه مخاطب آزاد باشد، که با توجه به اخباره مخزن اتصالات متصل به او می‌توان این موضوع را فهمید، گزینشگر نهایی جریان زنگ را روی خط مخاطب و نوای

زنگ خوردن را روی خط متقاضی ارسال می‌کند. وقتی مخاطب گوشی وراگویش را بردارد، ارسال جریان و نوای زنگ متوقف می‌شود و یک مسیر رسانا سودهی شده بین متقاضی و مخاطب شکل می‌گیرد. همزمان مدارات برخوانه‌سنجی[1] توسط مدار راهبری گزینشگر نهایی فعال می‌شوند. اگر مخاطب مشغول باشد، گزینشگر نهایی بوق اشغال را برای متقاضی می‌فرستد. اگر در هر مرحله از سودهی، هیچ گزینشگر آزادی در مرحله بعد نباشد، بوق اشغال برای متقاضی ارسال می‌شود.

حال در مورد طراحی مرحله پیشگزینی بحث می‌کنیم. همانطور که قبلاً هم بیان شد، مرحله پیشگزینی با استفاده از تک‌گزینشگر ۱۰ برونگاهه یا ۲۴ برونگاهه و یا گزینشگر دو حرکتی ساخته می‌شود و یکی از دو پیکربندی زیر را دارد:

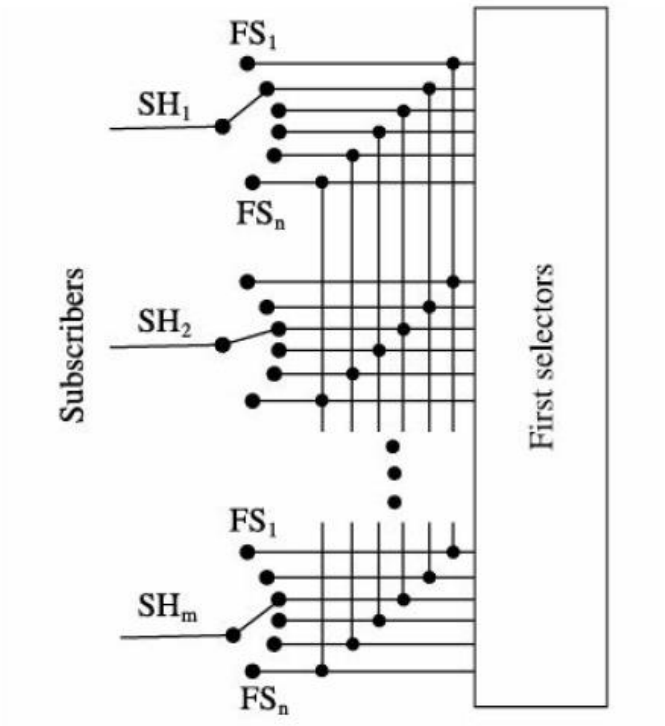
- پیکربندی گزینشگر یاب
- پیکربندی خط یاب

گزینشگریابی و خط یابی، که دو عبارت مصطلح برای پیشگزینش هستند، دو شیوه بنیادی برای دسترسی مشترکین به منابع سودهی اشتراکی در سامانه‌های سودهی استروگر بشمار می‌آیند. می‌توان اینطور بیان کرد که پیکربندی گزینشگریاب برمبنای اصل *راه‌اندازی با وقوع رویداد*[2] کار می‌کند ولی پیکربندی خط یاب بر اساس اصل *سرکشی*[3] انجام می‌شود. معمولاً از تک‌گزینشگرها به عنوان گزینشگریاب استفاده می‌شود. خط یاب‌ها می‌توانند تک‌گزینشگر یا گزینشگر دو حرکتی باشند. طرحواره نمودارهای سیم بندی بکارگیری گزینشگریاب و خط یاب به ترتیب در شکل ۲–۸ (آ) و ۲–۸ (ب) به تصویر کشیده شده است.

در رهیافت گزینشگریاب که در شکل ۲–۸ (آ) نشان داده شده است، برای هر مشترک یک گزینشگریاب (تک-گزینشگر) اختصاص یافته است، و به همین خاطر به آن گاهی *طرح تک‌گزینشگر مشترک*[4] هم گفته می‌شود. همانطور که از نام آن پیداست، در این روش یک جوینده گزینشگر، قسمت ماتریس سودهی را به دنبال یافتن گزینشگر جستجو و آن را تصرف می‌کند. وقتی متقاضی دسته گوشی وراگویش را برمی‌دارد، سازوکار وقفه-سازی در گزینشگریاب او فعال شده و جاروبک تا رسیدن به برونگاه متصل به یک گزینشگر آزاد گروه اول گام‌زنی خواهد کرد. آزاد و یا مشغول بودن گزینشگر گروه اول از روی اخباره یکی از اتصالات مخزن

[1] call metering
[2] event triggered
[3] polling
[4] subscriber uniselector scheme

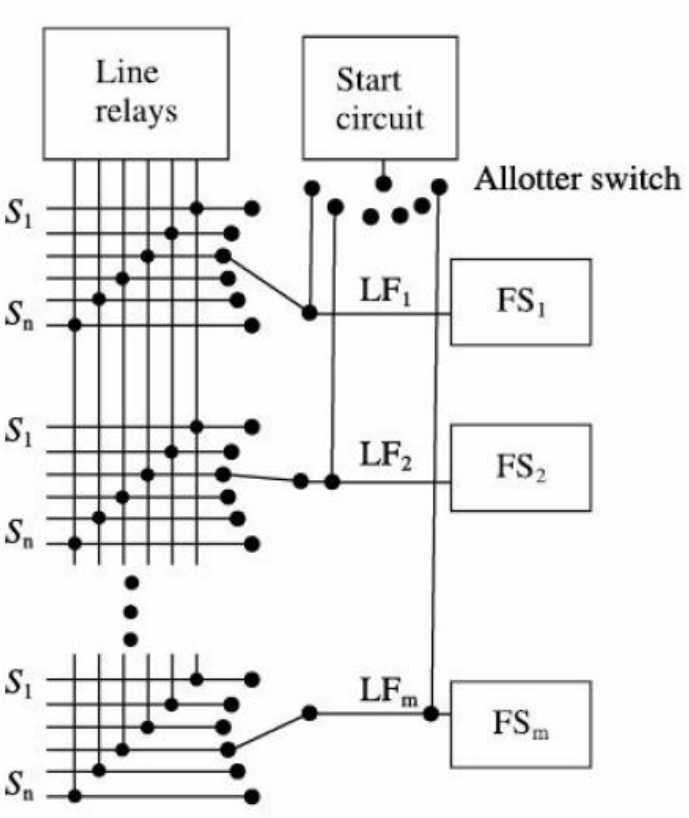
گزینشگریاب مشخص می‌شود. با یافتن گزینشگر آزاد، وقفه‌ساز غیرفعال شده و حالت گزینشگر یافت شده به حالت مشغول درمی‌آید. از این به بعد، گزینشگریاب فقط مسیر رسانا را تأمین می‌کند. امکان دارد دو گزینشگریاب بطور همزمان یک گزینشگر اول آزاد را انتخاب و سعی در تصرف آن داشته باشند. این مشکل با بکارگیری مدارات تصرف مناسب رفع خواهد شد.



شکل ۲–۸ (آ) دسترسی بر اساس گزینشگریابی- گزینشگریاب SH – گزینشگر گروه اول FS

در رهیافت خط یاب که در شکل ۲–۸ (ب) نشان داده شده است، برای هر گزینشگر گروه اول از قسمت ماتریس سودهی یک خط یاب اختصاص یافته است. برونگاه‌های خط یاب که هم می‌تواند تک‌گرینشگر و هم گزینشگر دو حرکتی باشد، به خطوط وارده مشترکین متصل هستند. همانطور که از نام آن پیداست، خط یاب به دنبال خطوط مشترکینی می‌گردد که با برداشتن گوشی خود تقاضای مکالمه دارند، و با یافتن آن، خط متقاضی را به گزینشگر اول مربوطه متصل می‌سازد. در مرحله پیشگزینی یک مدار شروع و یک سوده تخصیص[1]هم وجود دارند.

[1] allotter switch



شکل ۲–۸ (ب) دسترسی بر اساس خط یابی– خط‌یاب LF – گزینشگر گروه اول FS – خط وارده مشترک S

مدار شروع، اخباره‌های برداشتن گوشی توسط تمام مشترکین را وارسی می‌کند که اینکار به نوبه خود سوده تخصیص را فعال می‌کند. مدار به تحوی آرایش داده شده که در حالت عادی جاروبک سوده تخصیص همیشه بر روی زبانه اتصال به یک خط یاب آزاد واقع شده باشد. سوده تخصیص سازوکار وقفه‌سازی خط‌یاب آزاد را فعال می‌کند تا جاروبک خط یاب با گام‌زنی‌های متوالی بر روی زبانه اتصال متصل به خط متقاضی قرار گیرد. سپس حالت خط یاب و گزینشگر اول مرتبط با آن به حالت مشغول تغییر داده می‌شود. گزینشگر اول برای اعلام آمادگی خود برای دریافت تکانه‌های شماره‌گیری، بوق آزاد را برای متقاضی ارسال می‌کند. مراحل بعدی استقرار اتصال مشابه آنچه قبلاً بیان شد، ادامه می‌یابد.

به محض آنکه خط متقاضی یافت شد، سوده تخصیص بر روی خط‌یاب آزاد بعدی گام‌زنی می‌کند. با اینکار، سوده تخصیص از پیش خط‌یاب و گزینشگر اولی که باید برای برخوانی [تقاضای مکالمه] بعدی مورد استفاده قرار بگیرند را انتخاب کرده است. در طرح‌های عملی، چندین سوده تخصیص در سامانه فراهم شده تا جوابگوی برخوانی‌های سریع متوالی یا همزمان باشند. با استفاده از چند سوده تخصیص، مسأله از کارافتادن کل سامانه سودهی با خرابی تک نقطه‌ای هم حل می‌شود.

در طراحی مراکز تبادل بزرگ، دسترسی به منابع اشتراکی سودهی چه با روش گزینشگریابی و چه با طرح خط‌یابی با محدودیت‌های عملی زیادی روبرو است. مشخصه مراکز تبادل بزرگ زیاد بودن تعداد مشترکین و گزینشگرهای گروه اول است. لذا فراهم ساختن تعداد زیادی برونگاه در گزینشگریاب و یا خط‌یاب برای آنکه هر یک از مشترکین به یک گزینشگر گروه اول دسترسی داشته باشند، مقدور نیست. معمولاً مشترکین در گروه-های ۱۰۰ تایی به مجموعه‌ای از خط‌یاب‌های مختلف، که گزینشگرهای دو حرکتی هستند، متصل می‌شوند. بطور مشابه، مجموعه‌ای از گزینشگریاب‌ها به گروه‌های ۲۴ تایی از گزینشگرهای اول متصل می‌شوند. هر یک از دو رهیافت خط‌یابی و گزینشگریابی برای مراکز تبادل در اندازه‌های مختلف مناسب هستند. برای مراکز تبادل کوچک و دارای آمدوشد [ترافیک] سبک، رهیافت خط‌یابی اقتصادی‌تر است. در حالیکه برای مراکز تبادل بزرگ دارای آمدوشد سنگین، رهیافت گزینشگریابی مقرون به صرفه‌تر خواهد بود.

۲-۵ راهبری در سوده استروگر

مدارات مرتبط با گزینشگرها، عملیات راهبری [کنترل] در سامانه‌های سودهی استروگر را برعهده دارند. اتصالات یکی از مخازن اتصالات، اخباره‌های راهبری و نظارت را از یک مرحله به مرحله بعدی انتقال می‌دهند. سیم اتصال دهنده این مخازن، سیم–پ[1] یا سیم خصوصی بمعنای مخصوص مرکز تبادل، نام دارد. دو مخزن اتصال دیگر برای انتقال اخباره صدا بکار می‌روند و سیم‌های مرتبط با آنها، سیم‌های مثبت و منفی نام دارند که تا محل استقرار مشترک ادامه دارند. وقتی سیم‌های منفی، مثبت و خصوصی یک گزینشگر X را به ترتیب به سیم‌های منفی، مثبت و خصوصی گزینشگر Y دیگری در مرحله بعدی اتصال یابند، به اصطلاح گفته می‌شود گزینشگر X ، گزینشگر Y را تصرف کرده است. پیچیدگی و طرز کار مدارات راهبری بسته به جایگاه گزینشگر در مراحل مختلف سامانه سودهی متفاوت است.

تمام مدارات راهبری گزینشگرهای مختلف از یک یا چند مدار پایه زیر تشکیل شده‌اند:

۱) مدار محافظ

۲) مدار تکانه‌دهی

[1] P-wire

۳) مدار سرایابی

۴) مدار سنجش

۵) مدار خاموشی زنگ

۶) مدار اخطار

مدار محافظ جزئی اساسی از تمام گزینشگرها است. به محض آنکه گزینشگری به تصرف درآید، مدار محافظ آن را به حالت مشغول می‌برد تا مبادا یک گزینشگر دیگر که در برخوانی دیگری درگیر است هم بتواند آنرا تصرف کند. با رفتن به وضعیت مشغول، گزینشگر تا خاتمه مکالمه در همان حالت باقی خواهد ماند. نشانه مشغول بودن گزینشگر آن است که سیم–پ آن زمین می‌شود. اتصال به زمین از طریق زبانه اتصال سراگاه و یا قوس سرایابی مخزن محافظ به سیم–پ اعمال می‌شود.برای اینکه در طی گذار جاروبک از روی زبانه اتصال سراگاه به قوس سرایابی وضعیت محافظت از دست نرود، جاروبک را *پل گونه* می‌سازند، یعنی جاروبک به شیوه *وصل پیش از قطع*[1] عمل می‌کند و پیش از آنکه از زبانه اتصال سراگاه جدا شود با قوس سرایابی تماس می‌یابد.

مدار تکانه‌دهی جزئی اساسی از گزینشگرهایی است که باید به تکانه‌های شماره‌گیری واکنش نشان دهند. این مدار در گزینشگرهای گروهی ونهایی وجود دارد ولی در خط‌یاب و گزینشگریاب وجود ندارد. معمولاً این مدار با استفاده از سه کلید بازفرست [رله] ساخته می‌شود: یکی با کنش سریع و دوتای دیگر با کنش آهسته. کلید سریع به تکانه‌ها واکنشی وفادارانه دارد و آنها را به سمت سیم- پ انتقال می‌دهد. در ساخت این کلید سریع تنها از یک تشکیلات فنر اتصال و یک باریکه میله[2] استفاده شده است. یکی از کلیدهای آهسته، وضعیت محافظت را برروی سیم–پ مدارات وارده حفظ می‌کند و اتصال آهنربای گزینشگر به کلید بازفرست نکانه‌دهی را فراهم می‌سازد. کلید سوم انتهای قطار تکانه یک تک رقم شماره‌گیری شده را تشخیص می‌دهد و مدار را برای مرحله بعدی فرآیند سودهی آماده می‌سازد.

هنگامی که یک گزینشگر دنبال یک برونگاه آزاد می‌گردد، برای تعیین آزاد بودن یا نبودن برونگاه، باید وضعیت روی سیم–پ را بررسی کرد. اگر برونگاه مشغول باشد، جاروبک باید بتواند جستجوی خود را ادامه دهد. ولی اگر برونگاه آزاد باشد، فوراً باید آنرا تصرف کرد و توسط آن سیم‌های مثبت و منفی وارده را به سمت ورودی مرحله بعدی سودهی نمود. در همین زمان، عملیات جستجو را باید متوقف کرد. اتصال ایجاد شده باید تا خاتمه

[1] make-before-break
[2] Isthmus armature

مکالمه برقرار باقی بماند. تمام این کارکردها توسط مدار بررسی انجام می‌شوند، از اینرو این مدار به مدار جستجو، بررسی، سودهی و نگهداری هم معروف است.

برای نشان دادن وضعیت آزاد بر روی سیم–پ دو روش وجو دارد: یکی یک قطع ساده است، و دیگری وصل یک برقنباره [باتری] به سیم–پ است. همانطور که قبلاً هم گفته شد نشانگر وضعیت مشغول اتصال سیم–پ به زمین است. از اینرو مدار بررسی باید بتواند بین زمین بودن و عدم اتصال در یک مورد و بین زمین بودن و اتصال به برقنباره در مورد دوم تمایز قائل شود. بر این مبنا، نام هر یک از این دو مورد به ترتیب *بررسی زمین بودن* و *بررسی اتصال به برقنباره* است. روش بررسی اتصال به برقنباره از روش بررسی زمین بودن اتصال اشتباه کمتری دارد. در هر فرآیند سودهی، بخصوص از نوع برقسازه‌ای، قطع لحظه‌ای خطوط اتفاق می‌افتد. بنابراین اگر در لحظه‌ای بررسی زمین بودن انجام شود که یک برونگاه مشغول، در حال انجام بعضی از کارهایی مانند سودهی و یا رهاسازی باشد که ممکن است این کارها باعث قطع موقتی اتصال محافظ زمین از سیم–پ بشوند، اشتباه در اتصال رخ خواهد داد. این مسأله در مورد بررسی اتصال به برقنباره وجود ندارد.

با پایان مکالمه بایست تمام گزینشگرهای دخیل در آن مکالمه آزاد شوند و به موضع سراگاه خود برگردند. اینکار را مدارات سرایابی انجام می‌دهند. برای اینکه گزینشگرهای دو حرکتی به موضع سراگاه بازگردند کافی است با فعال کردن اتصال وقفه‌ساز آنها، سازوکار خودرانی آنها را بکار انداخت. در مورد تک‌گزینشگرها فقط تک‌گرینشگر مخاطب لازم است سرایابی شود چرا که تک‌گزینشگر متقاضی قبلاً در موضع سراگاه خود قرار گرفته است. عمل سرایابی زمانبر است و به نحوی باید مطمئن شد که گزینشگرهای جوینده نتوانند گزینشگری که عملیات سرایابی آن به اتمام نرسیده را تصرف کنند. لذا بخش جدایی ناپذیری از وظایف مدار سرایابی، باقی نگه داشتن زمین محافظ روی سیم–پ است.

مدارات سنجشی مخصوص گزینشگرهای نهایی هستند. از لحظه‌ای که مخاطب به برخوانی پاسخ دهد، این مدار به حساب طرف متقاضی، طول دوره مکالمه را ثبت می‌کند. این مدار سنجشگری را بکار می‌اندازد که شمارنده ۴ یا ۵ رقمی آن توسط یک سازوکار چرخ دنده‌ای ساده رانش می‌یابد. برای برخوانی‌های محلی، سنجش مستقل از طول مکالمه است و سنجشگر با فرمان گزینشگر نهایی فقط یکبار شماره می‌اندازد. اما برای برخوانی‌های راه دور که توسط امکانات شماره‌گیری تراسیمی مشترک «استیدی»[1] برقرار می‌شوند، سنجش وابسته به زمان مکالمه

[1] Subscriber Trunk Dialing (STD)

است و سنجشگر متناسب با طول مدت مکالمه تکانه‌دهی می‌شود. بطور معمول، در این حالت تکانه‌های سنجش از مرکز تبادل دوردست دریافت می‌شوند. برای سنجش باید سنجشگر را از طریق یکسوساز به سیم–پ تک-گزینشگر متقاضی متصل کرد. با اعمال برقمایه [ولتاژ] مثبت به یکسوساز، آن را رسانا می‌کنیم و از این طریق تکانه‌دهی به سنجشگر انجام می‌گیرد. استفاده از یکسوساز تضمین می‌کند که سیم–پ در طول سنجش همچنان در حالت محافظت شده باقی می‌ماند.

مدار خاموشی زنگ هم جزئی از گزینشگر نهایی است. با ارسال زنگ به وراگوی مخاطب بایست توجه او را جلب کرد. در همان موقع نوای زنگ خوردن هم باید از طریق گزینشگر نهایی برای متقاضی ارسال شود. به محض آنکه مخاطب به برخوانی پاسخ دهد، مدار خاموشی زنگ هم جریان زنگ و هم نوای زنگ را قطع می‌کند. در سامانه استروگر جریان زنگ، جریانی متناوب با بسامد ۱۷ هرتز است. یک کلید بازفرست [رله] که از مدارات تکانه‌دهی مناسب فرمان می‌گیرد، راهبری نوای زنگ خوردن و زمان تناوب قطع و وصل جریان زنگ را برعهده دارد. برای جلوگیری از تداخل جریان زنگ در مدار صحبت، منبع تغذیه برق مدار زنگ باید از منبع تغذیه اصلی مرکز تبادل جدا شده باشد. مدار زنگ به محض آنکه متوجه شد، منبع برق اصلی به مدار صحبت وصل شده است، ارسال جریان زنگ را قطع می‌کند. یکی از خطاهای متداول خاموش کردن زودرس جریان زنگ است. این خطا وقتی اتفاق می‌افتد که منبع تغذیه اصلی در زمان زنگ خوری بدون آنکه مخاطب گوشی را برداشته باشد، به مدار صحبت متصل شود. در اثر بروز این خطا، زنگ وراگوی مخاطب فقط یک یا دو بار به صدا درمی‌آید.

مدار اخطار، نشانه‌های شنیداری و دیداری خطا و یا وضعیت‌های نامطلوبی که در مداراهای گزینشگرها اتفاق بیفتد را تولید و نمایش می‌دهد. معمولاً سه نوع خطا آشکارسازی می‌شوند: *وضعیت نگذاشتن گوشی[1]*، *دایر نگهداشتن مخاطب[2]*، *آزاد نشدن*.[3] اگر روی خط مشترک اتصال کوتاهی اتفاق بیفتد و یا اینکه مشترک گوشی خود را درست نگذاشته باشد، جریان مستقیم در حلقه مشترک تداوم می‌یابد و تک‌گزینشگر او یک گزینشگر اول را بی‌جهت در تصرف خود باقی نگه می‌دارد. برای اجتناب از هدر رفت توان و منابع سودهی، در هر گزینشگر گروه اول یک مدار اخطار روشن ماندن دائمی تعبیه شده است. چنانچه گزینشگر برای مدتی بیش از ۶ دقیقه در تصرف باقی بماند، این مدار اخطار شنیداری و دیداری لازم را تولید و نمایش می‌دهد. در تمام مراکز تبادلی که

[1] off-hook condition
[2] called-subscriber-held
[3] eelease held

شروع آزادسازی مراحل مختلف سودهی با گذاشتن گوشی متقاضی راه‌اندازی می‌شود به مدار اخطار دایر نگهداشتن مخاطب نیاز است. اگر متقاضی گوشی خود را درست در جای خود نگذارد، تمام گزینشکرها و خط مخاطب دایر بافی می‌مانند، حتی با وجودیکه مخاطب گوشی خود را به درستی گذاشته باشد. در صورت وقوع چنین وضعی، نه مخاطب می‌تواند با کسی از طریق وراگو تماس بگیرد و نه کس دیگری می‌تواند با او تماس داشته باشد. بدین ترتیب دستگاه وراگویی مخاطب فلج می‌شود. یک شخص بدخواه به راحتی می‌تواند با گرفت شماره مخاطب و قطع نکردن وراگوی خود چنین وضعیتی را ایجاد کند. برای جلوگیری از این مشکل، در گزینشگر نهایی مدار اخطار دایر نگهداشتن مخاطب تعبیه شده است. اگر وضعیت گذاشته شدن گوشی مخاطب و گذاشته نشدن گوشی متقاضی برای مدتی بیش از سه دقیقه تداوم یابد، این مدار اخطار صادر می‌کند. نوع سوم مدار اخطار، یعنی مدار اخطار آزاد نشدن، خطای عدم بازگشت گزینشگرهای آزاد شده به سراگاه خود را پایش می‌کند.

٦-٢ سوده تاشده ١٠٠ خطه

وجود هر سه مرحله سودهی گام به گامی که در بخش ۲-۴ بیان شد، برای یک سوده استروگر ۱۰۰ خطه الزامی نیست. می‌توان آن را بسته به نوع گزینشگرهای مورد استفاده در یک یا دو مرحله پیکربندی کرد. در سوده ۱۰۰ خطه، مشترکین با یک شماره دورقمی (۹۹-۰۰) که برای دو گزینش عددی در سوده ضروری است، شناسایی می‌شوند. یک تک‌گزینشگر «تگ» را می‌توان به نحوی پیکربندی نمود که یک گزینش عددی و یا یک گزینش منبع را انجام دهد. یک گزینشگر دو حرکتی «گد» را می‌توان به نحوی پیکربندی کرد که دو گزینش عددی و یا یک گزینش عددی و یک گزینش منبع را انجام بدهد. سوده را می‌توان بدون انسداد طراحی کرد، که در اینصورت ظرفیت آن SC برابر ۵۰ خواهد بود، یعنی سوده ۵۰ مکالمه همزمان را پشتیبانی می‌کند. این مقدار، بیشینه تعداد مکالمات همزمانی است که به لحاظ نظری در یک سوده تاشده ۱۰۰ خطه امکان‌پذیر است. به طریق دیگر، سوده را بصورت باانسداد می‌توان طراحی کرد. در اینصورت ظرفیت سودهی توسط کمینه تعداد گزینشگرها در تمام مراحل مختلف تعیین می‌شود چراکه برای ایجاد هر تماس یک گزینشگر در هر مرحله لازم است.

در سوده تاشده خطوط خارج شده از برونگاه‌ها از طریق مدارهای راهبری مناسب به سمت درونگاه‌های متناظر تاخورده‌اند. بطور عادی هر خط از خطوط مشترکین به یک کلید بازفرست [رله] گروهی در مرکز تبادل ختم

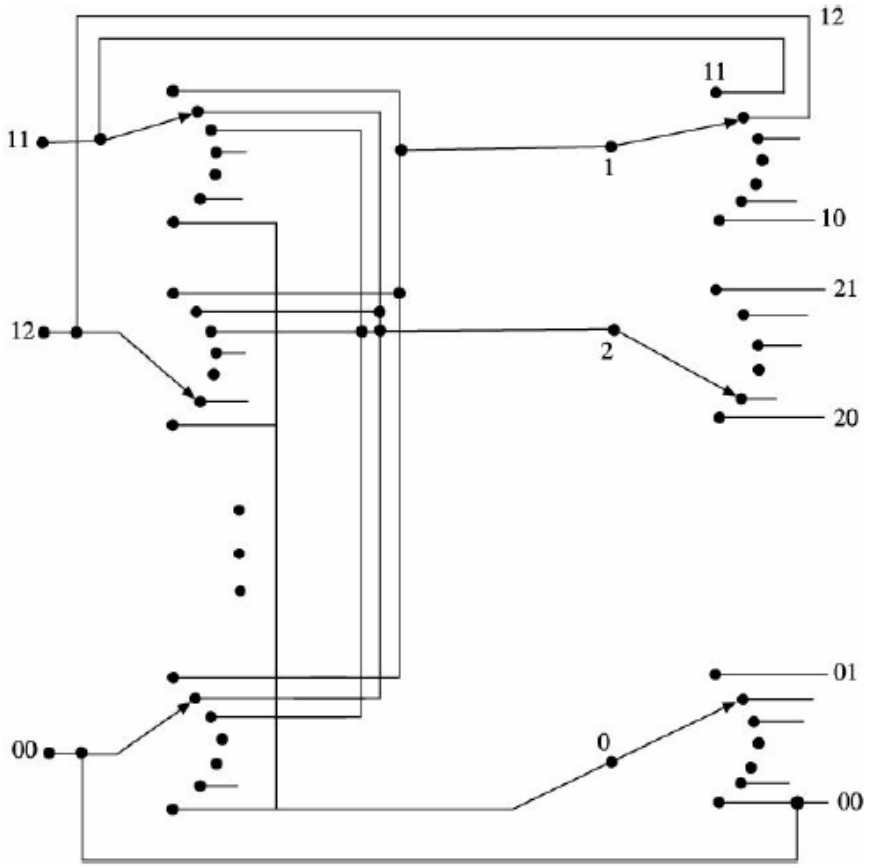
می‌شود. این گروه از کلیدها، شامل تمام مدارت لازم برای راهبری سازوکار سودهی می‌شوند. کلیدهای گروهی عملیاتی از قبیل بررسی، سودهی و بازگرداندن نواها را برعهده دارند. به نحوی مشابه، خطوط برونگاهی هر مرحله به کلیدهای گروهی واقع در ورودی مرحله بعدی ختم می‌شوند. برای اتصال سیم‌های منفی، مثبت، سیم–پ و سرایابی از چهار مخزن اتصال در هر تک‌گزینشگر استفاده شده است.

در این بخش ۵ شیوه طراحی متفاوت را برای سامانه سودهی گام به گام ۱۰۰ خطه ارائه می‌دهیم. سپس این طرح‌ها را بر اساس برسنجه[پارامتر]های طراحی مذکور در بخش ۱–۴ با یکدیگر مقایسه خواهیم کرد. برای نمایش پیکربندی سامانه سودهی از نمودارهای خط کشی شده ساده‌ای بنام *نمودار سیم‌بندی* استفاده کرده‌ایم. در محاسبات هزینه طرح‌ها فرض براین بوده است که هزینه: (۱) تک‌گزینشکر ۱۰ برونگاهه «تگ–۱۰» برابر ۱ واحد (۲) تک‌گزینشکر ۲۴ برونگاهه «تگ–۲۴» برابر ۲ واحد (۳) گزینشگر دو حرکتی «گد» برابر ۱۰ واحد باشد.

۱–۶–۲ طرح ۱: ۱۰۰ «تگ–۱۰» + ۱۰ «تگ–۱۰»

نخست طرحی دو مرحله‌ای و دارای انسداد را در نظر می‌گیریم که با استفاده از تک‌گزینشگرها ساخته می‌شود. در مرحله اول ۱۰۰ تک‌گزینشگر، یکی برای هر مشترک، داریم. در مرحله دوم ۱۰ تا یا بیشتر از ۱۰ تا تک-گزینشگر خواهیم داشت. در شکل ۲–۹ نمودار سیم‌بندی را بر اساس تک‌گزینشگر ۱۰ برونگاهه مشاهده می‌کنید. در مرحله اول در پاسخ به رقم اول شماره‌گیری یک گزینش عددی صورت می‌پذیرد، و در مرحله دوم گزینش عددی دیگری در پاسخ به رقم دوم شماره‌گیری شده انجام می‌شود. فرض کنید مشترک شماره ۱۲، ۵۶ را شماره-گیری کرده باشد، تک‌گزینشگر او یعنی تک‌گزینشگر متصل به خط مشترکی با شماره ۱۲، در پاسخ به رقم نخست ۵ پله گام‌زنی می‌کند و تک‌گزینشگر شماره ۵ در مرحله دوم در پاسخ به رقم دوم شماره‌گیری شده ۶ پله گام‌زنی می‌کند. برای تضمین دسترسی کامل، یعنی امکان برقراری اتصال بین تمام مشترکین متصل به سامانه سودهی، لااقل به ۱۰ تک‌گزینشگر در مرحله دوم نیاز داریم. اگر در مرحله دوم ۱۰ تک‌گزینشگر داشته باشیم، فقط ۱۰ مکالمه همزمان را می‌توانیم برقرار نماییم. حتی برای تحقق این امر لازم است که شماره مخاطبین در گستره شماره‌گیری به نحوی یکنواخت توزیع شده باشد و در هر دسته ده‌تایی فقط یک شماره از شماره‌های مخاطبین وجود داشته باشد. تمام شماره‌های یک دسته ۱۰ تایی در مرحله دوم از یک تک‌گزینشگر استفاده می‌کنند. در نتیجه در هر زمان تنها یکی از آنها می توانند مخاطب یک مکالمه باشند. برای مثال تمام شماره‌های

برخوانده شده در بازه ۵۰–۵۹ در مرحله دوم از تک‌گزینشگر شماره ۵ عبور می‌کنند. در نتیجه دو برخوانی با شماره مخاطبی در بازه ۵۰–۵۹ نمی‌توانند بطور همزمان از تک‌گزینشگر شماره ۵ عبور داده شوند، هرچند سایر تک‌گزینشکرها در مرحله دوم آزاد باشند. بنابراین این طرح نه تنها با انسداد است بلکه ماهیت سوده مبنا را دارد.



شکل ۲–۹ طراحی سوده ۱۰۰ خطه با تک‌گزینشگر

بر روی خط ورودی هر گزینشگر مرحله دوم، ۱۰۰ خط خروجی از تک‌گزینشگرهای مرحله اول فرود آماده‌اند.

در اصطلاح گفته می‌شود خطوط خروجی *مشترک‌سازی* شده‌اند و خط ورودی تک‌گزینشگر مرحله دوم *چندتایی* شده است. مشترک سازی خطوط خروجی و ایجاد اتصالات چندتایی در ورودی توسط کلیدهای بازفرست گروهی تحقق می‌یابند. برسنجه‌های طراحی طرح ۱ عبارتند از:

تعداد عناصر سودهی S =۱۱۰ «تگ–۱۰» – ظرفیت سودهی SC=۱۰ – تعداد مراحل سودهی K= ۲

قابلیت رفع و رجوع آمدوشد TC=۰,۲ – ضریب بهره‌وری از تجهیزات EUF= ۰,۱۸

هزینه سامانه سودهی C=۱۱۰ – شاخص هزینه ظرفیت CCI =۹,۰۹

در این طرح انسداد به دو دلیل زیر ممکن است رخ بدهد:

۱) برخوانی‌ها توزیع یکنواخت و مناسبی دارند، ۱۰ مکالمه همزمان در حال انجام است و برخوانی ۱۱ وارد بشود.
۲) توزیع برخوانی‌ها یکنواخت نیست، در حالیکه یک مکالمه در حال انجام است، شماره دیگری در همان دسته ده‌تایی برخوانی شود.

احتمال انسداد در حالت اول وابسته به آمارگان آمدوشد است. برای محاسبه احتمال انسداد P_B در حالت دوم با فرض اینکه توزیع شماره‌های برخوانی شده یکنواخت باشد، داریم:

احتمال آنکه شماره برخوانی در یک دسته ۱۰تایی معین باشد = ۱۰/۱۰۰

احتمال آنکه مقصد یک برخوانی دیگر، شماره‌ای از همان دسته بجز شماره برخوانی شده قبلی باشد = ۹/۹۸

بنابراین خواهیم داشت:

$$P_B = (1/10)\times(9/98) = 0.009$$

در محاسبه فوق فرض بر این است که مبدأ دو برخوانی در دسته ده‌تایی معین شده، قرار نداشته باشند.

۲-۶-۲ طرح ۲: ۱۰۰ «تگ-۱۰» + ۱۰۰۰ «تگ-۱۰»

اکنون طرحی دو مرحله‌ای و بی انسداد را در نظر می‌گیریم که به مشترک‌سازی خطوط خروجی مرحله اول در ورودی مرحله دوم نیازی ندارد. در این طرح به ازاء هر تک‌گزینشکر در مرحله اول، ۱۰ تک‌گزینشگر در مرحله دوم بکار گرفته می‌شود. بدین ترتیب در این طرح ۱۱۰۰ تک‌گزینشگر داریم، ۱۰۰ تا در مرحله اول و ۱۰۰۰ تا در مرحله دوم، لازم داریم. در مرحله دوم ۱۰۰۰۰ خط خروجی در برابر ۱۰۰ مشترک خواهیم داشت که بدان معنی است که برای هر مشترک ۱۰۰ خط خروجی وجود خواهد داشت. تمام این خطوط مشترک‌سازی می‌شوند. برای مثال تمام ۱۰۰ خط خروجی که با شماره ۱۰ وجود دارند را با یکدیگر به اشتراک می‌گذاریم. بدین ترتیب عملاً ۱۰۰ خط صادره متمایز خواهیم داشت که آنها را به خطوط وارده متناظر خود تا می‌زنیم. برسنجه‌های طراحی طرح ۲ عبارتند از:

تعداد عناصر سودهی S =۱۱۰۰ «تگ–۱۰» – ظرفیت سودهی SC=۵۰ – تعداد مراحل سودهی K= ۲

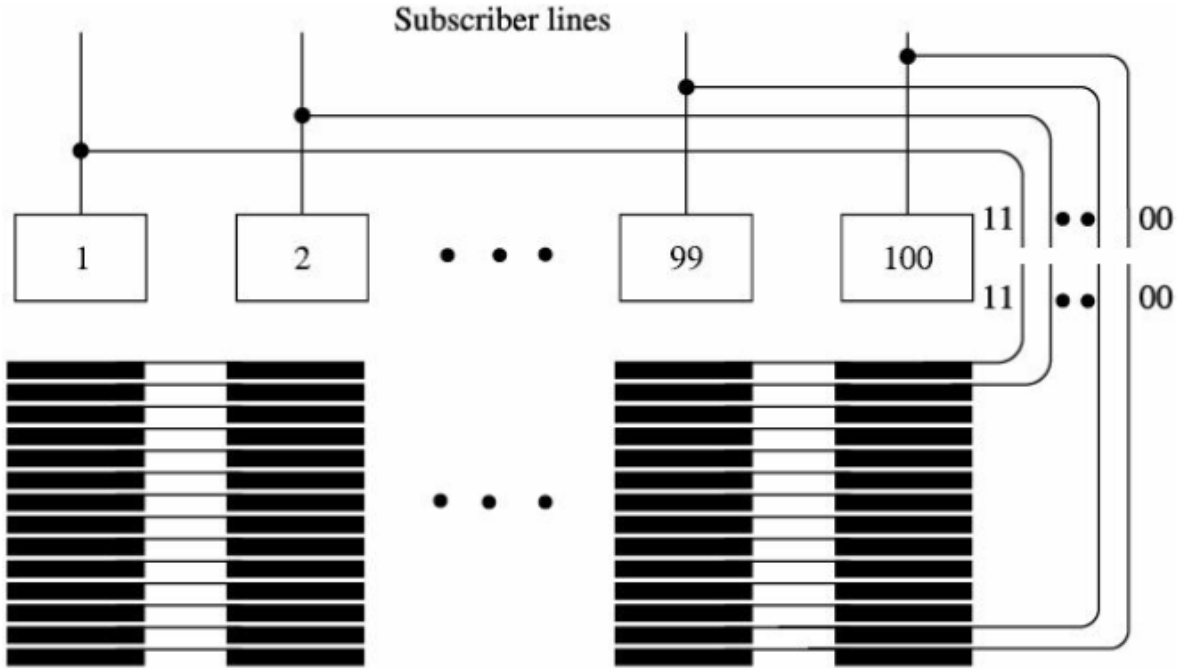
قابلیت رفع و رجوع آمدوشد TC= ۱ – ضریب بهره‌وری از تجهیزات EUF= ۰,۰۹

هزینه سامانه سودهی C=۱۱۰۰ – شاخص هزینه ظرفیت CCI =۴,۵۴ – احتمال انسداد P_B =۰

ملاحظاتی چند را در اینباره بیان می‌کنیم. واضح است که طرح ۱ محدودیت‌های زیادی دارد. اما مقایسه مقادیر برسنجه‌های ضریب بهره‌وری از تجهیزات EUF و شاخص هزینه ظرفیت CCI در این دو طرح نشان می‌دهد که طرح ۱ از طرح ۲ به لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه‌تر است. اگر آمارگان آمدوشد بیانگر آن باشد که در اغلب اوقات بیش از ۱۰ تقاضای برخوانی وجود دارد، طرح ۱ بخاطر ناکارمدی به لحاظ احتمال انسداد مردود است. اگر تعداد متوسط تقاضای برخوانی بیش از ۱۰ ولی هنوز کسر کوچکی (مثلاً کمتر از ۲۰) از بیشینه تعداد مکالمات ممکن به لحاظ نظری باشد، یک پیکربندی حد وسط که به ازاء هر دسته ده تایی بیش از یک تک‌گزینشکر در مرحله دوم داشته‌باشد راه حل مطلوبی خواهد بود. البته در این راه‌حل به سازوکار گزینش منبع نیاز خواهیم داشت تا بتواند تک‌گزینشگر آزادی را در میان تک‌گزینشگرهای در دسترس مرحله دوم پیدا کند. طرح ۴ و ۵ که بعداً در این بخش ارائه می‌شوند از چنین آرایشی استفاده می‌کنند.

۳–۶–۲ طرح ۳: ۱۰۰«گد»

اکنون طرحی تک مرحله‌ای و بی‌انسداد را در نظر می‌گیریم که با استفاده از ۱۰۰ گزینشگر دو حرکتی، یکی برای هر مشترک، ساخته می‌شود. گزینشگرهای دو مرحله‌ای را درست همانطور که مشترکین شماره‌گذاری شده‌اند، شماره گذاری کرده و به هر مشترک گزینشگر هم شماره‌اش را تخصیص می‌دهیم. مثلاً به مشترکی با شماره ۶۷، گزینشگره شماره ۶۷ تخصیص داده می‌شود. ۱۰۰ برونگاه هر گزینشگر دو حرکتی بیانگر خطوط صادره به سمت ۱۰۰ مشترک است. پس در هر کدام ازگزینشگرهای دو حرکتی برای هر مشترک یک برونگاه وجود دارد. در کل به ازاء هر مشترک ۱۰۰ خط خروجی داریم که از ۱۰۰ گزینشگر دو حرکتی بیرون آمده‌اند. برای مثال برونگاه شماره ۶۷ ، که متناظر مشترک ۶۷ است، اتصال هفتم در طبقه ششم تمام گزینشگرهای دو حرکتی است. تمام خطوط خروجی متعلق به یک مشترک، مشترک‌سازی شده و به برونگاه متناظرش تا خورده-اند. این آرایش در شکل ۲–۱۰ نشان داده شده است.



شکل ۲–۱۰ مرکز تبادل ۱۰۰ خطه با استفاده از یک گزینشگر دو حرکته به ازاء هر مشترک

اگر مشترک شماره ۲۳، شماره ۶۷ را شماره‌گیری کند، گزینشگر شماره ۲۳، در پاسخ به رقم اول ۶ پله به سمت بالا گام‌زنی خواهد کرد و در پاسخ به رقم دوم ۷ پله در صفحه افقی گام‌زنی می‌کند تا به اتصالی که خط صادره به سمت مشترک ۶۷ به آن وصل شده دست پیدا کند. باید دقت داشت که در این طرح گزینشگر دو حرکتی دو گزینش عددی انجام می‌دهد. اینکه کدامیک از گزینشگرهای دو حرکتی برای برقراری برخوانی بکار گرفته شوند را متقاضی برخوانی معین می‌کند. برای مثال اگر مشترک ۲۳ شماره مشترک ۴۵ را برخوانی کند، گزینشگر دو حرکتی ۲۳ بکار گرفته می‌شود ولی اگر مشترک ۴۵ شماره مشترک ۲۳ را برخوانی کند، گزینشگر شماره ۴۵ اقدام کننده خواهد بود، هر چند که در هر دو صورت طرفین برخوانی یکی هستند. از آنجا که گزینشگر دو حرکتی توسط متقاضی فعال می‌شود، برخوانی هنگامی خاتمه می‌یابد که متقاضی ارتباط را قطع کند. اگر یک گزینشگر دو حرکتی ایراد پیدا کند، مشترک متصل به آن دیگر نمی‌تواند تقاضای هیچ برخوانی را صادر کند ولی می‌تواند به برخوانی‌های وارده پاسخ دهد. برسنجه‌های طراحی طرح ۳ عبارتند از:

تعداد عناصر سودهی S =۱۰۰ «گد» – ظرفیت سودهی SC=۵۰ – تعداد مراحل سودهی K= ۱

قابلیت رفع و رجوع آمدوشد TC= ۱ – ضریب بهره‌وری از تجهیزات EUF= ۰,۵

هزینه سامانه سودهی C=۱۰۰۰ – شاخص هزینه ظرفیت CCI =۵ – احتمال انسداد P_B =۰

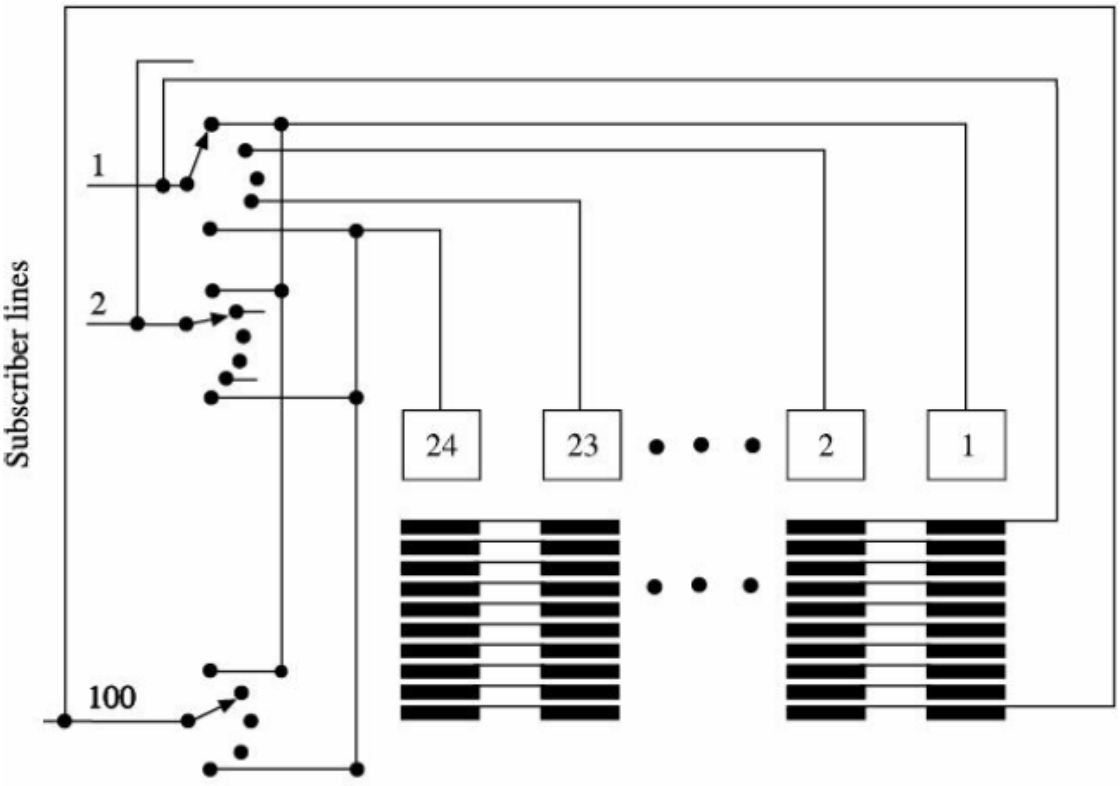
روشن است که طرح ۳ از طرحهای ۱ و ۲ بهتر است. اگر سوده را بصورت باانسداد طرح کنیم، می‌توانیم هزینه این طرح را کاهش دهیم. برای این امر کافی است ظرفیت آن را به نحوی کاهش دهیم که بجای آنکه بخواهد جوابگوی بیشینه بار به لحاظ نظری باشد، اوج بار تخمینی در ساعت شلوغ را رفع و رجوع کند. البته برای چنین کاری نیاز است که عناصر سودهی به عنوان منبع اشتراکی در دسترس تمام مشترکین قرار گیرند. یک الزام اولیه برای یک چنین طرحی این است که صرفه‌جویی ناشی از کاهش عناصر سودهی در اثر به اشتراک گذاری آنها از هزینه تجهیزات لازم برای گزینش منبع بیشتر باشد. دوم آنکه زمان گزینش منبع زیاد نباشد و بوق آزاد بدون تأخیر محسوسی به مشترک بازگردد. نکته آخر آنکه طرح نباید نگهداری از تجهیزات را بیش از حد مشکل کند و تمهیداتی برای دنبال کردن آسان اتصالات در آن فراهم شده باشد. در طرح ۴ و ۵ عناصر سودهی اشتراکی دیده شده‌اند.

٤-٦-٢ طرح ٤: ١٠٠ «تگ-٢٤» + ٢٤ «گد»

اکنون طرحی دو مرحله‌ای و دارای انسداد را در نظر می‌گیریم که در آن یک مرحله پیشگزین داریم و یک مرحله گزینشگرهای نهایی که با استفاده از ۲۴ گزینشگر دو حرکتی به عنوان گزینشگر نهایی ساخته می‌شود. در این طرح، ۲۴ مکالمه همزمان را از طریق سوده می‌توان برقرار ساخت. فرض بر این است که آمدوشد متوسط در ساعت شلوغ ۲۴ مکالمه است. ۲۴ گزینشگر دو حرکتی بطور اشتراکی در اختیار همه ۱۰۰ مشترک قرار دارند. مانند طرح قبلی برونگاه متعلق به هر مشترک در تمام گزینشگرهای دو حرکتی را مشترک‌سازی می‌کنیم. مرحله پیشگزین این توانایی را برای مشترکین ایجاد می‌کند که هر وقت بخواهند یک برخوانی را آغاز کنند و یکی از گزینشگرهای دو حرکتی را در اختیار بگیرند. پس از آنکه گزینشگر دو حرکتی تصرف شد، روال گرفتن شماره مانند طرح ۳ خواهد بود. همانطور که در بخش ۴-۲ بیان شد پیشگزین را هم بصورت گزینشگریاب و هم بصورت خط یاب می‌توان بکار گرفت. در این طرح از گزینشگریاب و در طرح ۵ از خط یاب (بخش ۵-۶ -۲ را ببینید) استفاده شده است.

معمولاً از تک‌گزینشگرهای ۲۴ برونگاهه برای گزینشگریابی استفاده می‌شود. هر یک از ۲۴ برونگاه تک-گزینشگرها به یک گزینشگر دو حرکته اتصال داده می‌شود. بدین ترتیب هر یک از مشترکین به تمامی ۲۴ گزینشگرهای دو حرکتی مرحله گزینش نهایی دسترسی دارند. خطوط خروجی از برونگاه‌های متناظر در تمام

گزینشگریاب‌ها مشترک‌سازی شده و خطوط ورودی به گزینشگرهای دو حرکته از مرحله پیشگزینی چندتایی شده‌اند. این طرح را در شکل ۲-۱۱ مشاهده می‌کنید.



شکل ۲-۱۱ مرکز تبادل ۱۰۰ خطه با گزینشگریاب

در این طرح برقراری ارتباط در دو گام انجام می‌پذیرد. در گام اول، وقتی متقاضی گوشی خود را برمی‌دارد، تک‌گزینشگر متصل به خط او یک گزینشگر دو حرکته آزاد را با حرکت به روی جایگاه‌های اتصال خود به تصرف در می‌آورد. در گام دوم گزینشگر دو حرکتی به تکانه‌های شماره‌گیری پاسخ می‌دهد و اتصال مورد نظر را ایجاد می‌کند. برسنجه‌های طراحی این طرح عبارتند از:

- تعداد عناصر سودهی S =۱۰۰ «تگ-۲۴»+ ۲۴ «گد» – ظرفیت سودهی SC= ۲۴
- تعداد مراحل سودهی K= ۲ – قابلیت رفع و رجوع آمدوشد TC= ۰,۴۸
- ضریب بهره‌وری از تجهیزات EUF= ۰,۳۹ – هزینه سامانه سودهی C=۴۴۰
- شاخص هزینه ظرفیت CCI =۵,۴۵

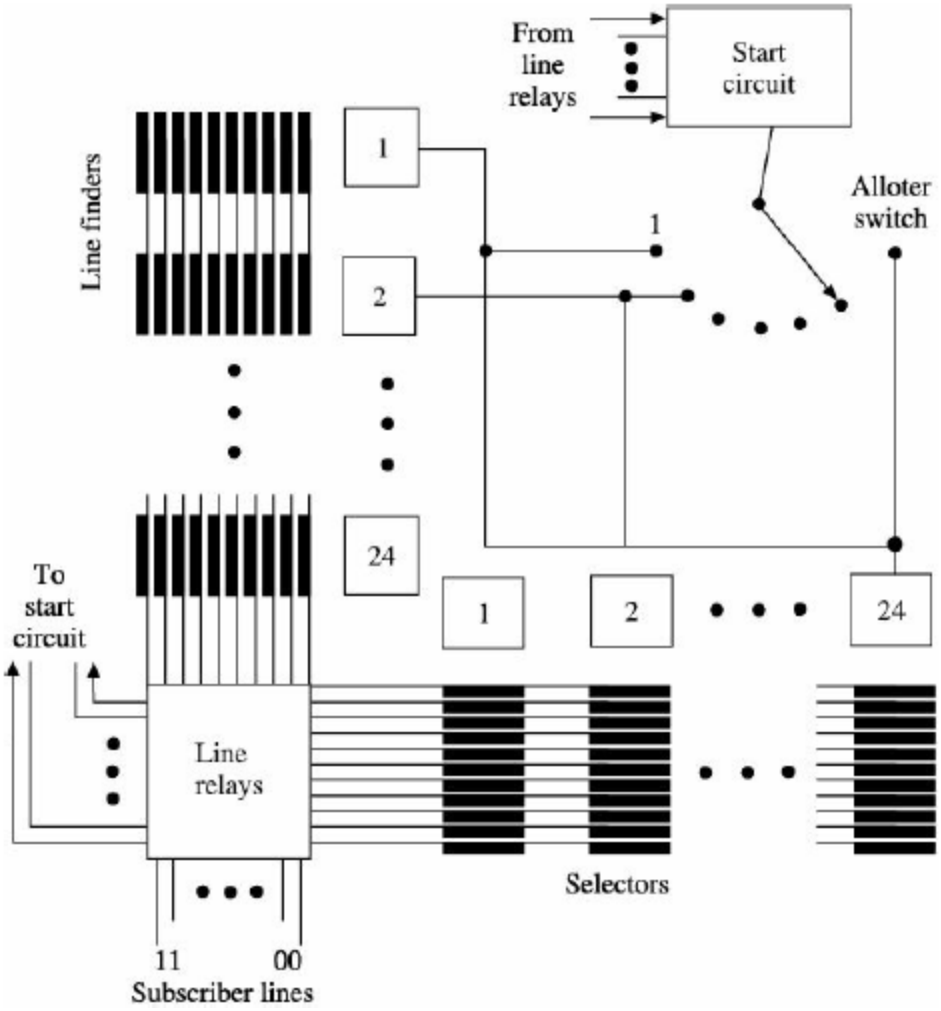
احتمال انسداد به مشخصات آمدوشد بستگی دارد. برای مرکز تبادلی که ۱۰۰ مشترک دارد، احتمال فعال بودن همزمان بیشتر از ۴۸ مشترک بسیار ناچیز است. بنابراین کارایی این طرح به لحاظ میزان انسداد قانع کننده است. این طرح آشکارا از طرح‌های ۱ تا ۳ بهتر است. هزینه آن تنها ۳۴ درصد هزینه طرح ۳ است. از آنجا که کارایی انسداد طرح ۴ هم قابل قبول است، انتخاب مناسبتری نسبت به طرح ۳ خواهد بود. در واقع با تخمین درست آمدوشد، حتی ممکن است تعداد گزینشگرهای دو حرکتی را باز هم بتوان کاهش داد و هزینه را پائینتر آورد. اگر این تعداد به ۱۰ یا مقداری کمتر از ۱۰ تقلیل یابد می‌توان از تک‌گزینشگرهای ۱۰ برونگاهه استفاده کرد که صرفه‌جویی قابل توجهی به دنبال خواهد داشت.

۵-۶-۲ طرح ۵: ۲٤ «گد» + ۲٤ «گد»

حال طرحی مبتنی بر خط‌یاب را ارائه می‌کنیم. این طرح دو مرحله دارد: یک مرحله پیشگزینی و مرحله گزینش نهایی. فرض می‌کنیم شرایط آمدوشد ایجاد ۲۴ مکالمه همزمان را اقتضاء می‌کند. همانطور که در بخش ۲-۴ بیان شد، برای هر گزینشگر دو حرکتی یک خط‌یاب لازم داریم. اگر بخواهیم هر یک از ۱۰۰ مشترک به تمام ۲۴ گزینشگر دو حرکتی دسترسی داشته باشند، لازم است که هر کدام از خط‌یاب‌ها بتوانند به هر یک از ۱۰۰ مشترک متصل شوند. به عبارت دیگر، هر خط‌یاب باید ۱۰۰ برونگاه داشته باشد. بدین منظور باید از گزینشگرهای دو حرکتی برای خط‌یابی استفاده شود. پیکربندی این طرح را در شکل ۲-۱۲ مشاهده می‌کنید.خطوط خروجی از برونگاه‌های متناظر خط‌یاب‌ها مشترک‌سازی می‌شوند. به نحوی مشابه، خطوط خروجی از برونگاه‌های متناظر گزینشگرهای عددی(نهایی) هم مشترک‌سازی می‌شوند.

هنگامی که خط‌یاب وضعیت شروع را دریافت کند، جستجوی عمودی برای رسیدن به سطحی علامت‌دار را آغاز خواهد کرد. سپس جستجوی عمودی متوقف می‌شود و درپی آن جستجوی افقی بمنظور یافتن زبانه اتصال علامت‌دار در آن سطح انجام می‌شود. باید توجه داشت که در حادترین وضعیت، یک خط‌یاب ۲۰ گام، ۱۰ گام عمودی و ۱۰ گام افقی، برای یافتن خط علامت‌دار باید بردارد. برای واداشتن خط‌یاب به گام‌زنی خودکار از سازوکار اتصال وقفه‌ساز استفاده می‌شود. وقتی که خط‌یاب موقعیت خط متقاضی را یافت، وضعیت شروع از روی آن برداشته می‌شود و سوده تخصیص روی خط‌یاب آزاد بعدی گام‌زنی خواهد کرد تا آماده پاسخگویی به

برخوانی‌های بعدی باشد. گزینشگر عددی مربوطه برای اعلام آمادگی دریافت تکانه‌های شماره گیری، بوق آزاد را برای متقاضی ارسال می‌کند. پس از آن، روند برقراری ارتباط مطابق معمول ادامه می‌یابد.



شکل ۲-۱۲ مرکز تبادل ۱۰۰ خطه با خط‌یاب‌های گزینشگر دو مرحله‌ای

برسنجه‌های طراحی این طرح عبارتند از:

- تعداد عناصر سودهی S =۲۴ «گد»+ ۲۴ «گد» – ظرفیت سودهی SC= ۲۴
- تعداد مراحل سودهی K= ۲ – قابلیت رفع و رجوع آمدوشد TC= ۰,۴۸
- ضریب بهره‌وری از تجهیزات EUF= ۱ – هزینه سامانه سودهی C=۴۸۰
- شاخص هزینه ظرفیت CCI =۵

واضح است که طرح ۵ با فاصله بهترین طرح مرکز تبادل ۱۰۰ خطه است. اگر می‌خواستیم خط‌یاب‌ها را با بکارگیری تک‌گزینشگرها بسازیم، گروه‌بندی خطوط مشترکین در گروه‌های کوچکتر، مثلاً ۲۴ تایی، ضروری بود. چنین طرح‌هایی که در آنها گروه‌بندی انجام می‌گیرد فقط برای توزیع‌های خاصی از آمدوشد بطور کارآ عمل می‌کنند و در کل احتمال انسداد را افزایش می‌دهند. ولی همانطور که در بخشهای ۷-۲ و ۸-۲ خواهیم دید، در مراکز تبادل بزرگ گروه‌بندی مشترکین و یا گزینشگرها اجتناب ناپذیر است.

۷-۲ سوده تاشده ۱۰۰۰ خطه

در مرکز تبادل ۱۰۰۰ خطه باید هر سه مرحله سودهی گام به گام، یعنی، مرحله پیشگزینی، مرحله گزینشگری گروهی و مرحله گرینشگری نهایی وجود داشته باشند. در مرکز تبادل ۱۰۰۰ خطه ، مشترکین با شماره‌ای سه رقمی در بازه ۰۰۰ تا ۹۹۹ مشخص می‌شوند که سه گزینش عددی در سوده را ضروری می‌سازد. همانطور که در بخش ۴-۲ توضیح داده شد، در گزینشگر نهایی سامانه استروگر، در پاسخ به دو رقم آخر شماره‌گیری شده توسط متقاضی، دو گزینش عددی انجام می‌شوند. پس کافی است که یک گزینش عددی در یکی از زیرمراحل مرحله گزینشگری گروهی، در پاسخ به رقم نخست شماره‌گیری شده انجام شود. همچنین این زیرمرحله باید یک گزینش منبع هم انجام دهد تا با یک گزینشگر نهایی آزاد ارتباط برقرار شود. علاوه بر این دو مرحله، بمنظور دسترسی به منابع سودهی مرحله گزینشگری گروهی به یک مرحله پیشگزینی چه بصورت خط‌یابی و چه گزینشگریابی نیاز خواهیم داشت. در طرح‌های تجاری مراکز تبادل بزرگ ۱۰۰۰ خطه یا بیشتر، تمایل بیشتری به بکارگیری گزینشگریاب به چشم می‌خورد. از اینرو در اینجا فقط رهیافت مبتنی بر گزینشگریابی را بیان کرده‌ایم. به خواننده توصیه می‌کنیم رهیافت مبتنی بر خط‌یابی را خودش طراحی کند.

حال پیکربندی در هر مرحله را بررسی می‌کنیم. یک سوده تاشده ۱۰۰۰ خطه، حداکثر ۵۰۰ مکالمه را پشتیبانی می‌کند. برای اینکه سوده بی‌انسداد باشد لااقل به ۵۰۰ گزینشگر در هر مرحله نیاز داریم چرا که در هر مرحله به ازاء هر اتصال یک گزبنشگر مورد نیاز است. در مرحله پیشگزینی با پیکربندی مبتنی بر گزینشگریابی به ازاء هر مشترک به یک گزینشگر نیاز است که در کل ۱۰۰۰ گزینشگر خواهد شد. از تک‌گزینشگرهای ۲۴ برونگاهه به عنوان پیشگزین استفاده می‌کنیم. بدین ترتیب هر مشترک به ۲۴ تا ازگزینشگرهای اول دسترسی خواهد داشت. بدین ترتیب ۲۴۰۰۰ خط خروجی از مرحله پیشگزینی روی خطوط ورودی به مرحله گزینشگری گروهی فرود

می‌آیند. فرض کنید برای طراحی بی‌انسداد ۵۰۰ گزینشگر اول و ۵۰۰ گزینشگر دوم درنظر بگیریم. هر برونگاه از پیشگزینها تنها به یک گزینشگر اول متصل می‌شود. اما هر گزینشگر اول در دسترس چندین پیشگزین خواهد بود. برای اعدادی که ما انتخاب کرده‌ایم، هر گزینشگر اول در دسترس ۴۸ پیشگزین قرار دارد و هر پیشگزین به ۲۴ گزینشگر اول دسترسی دارد. بطور مشابه، هر گزینشگر اول در هر سطح عمودی به ۱۰ گزینشگر نهایی دسترسی دارد. توزیع یکنواخت گرینشگرهای نهایی بمعنای داشتن ۵۰ گرینشگر نهایی در هر سطح عمودی است. در هر سطح عمودی ۵۰۰۰ خط خروجی از گزینشگرهای اول بر روی خطوط ورودی گزینشگرهای نهایی فرود می‌آیند، این بدان معناست که هر گزینشگر نهایی در دسترس ۱۰۰ گزینشگر اول قرار دارد.

بندرت پیش آمده است که مراکز تبادلی که بیشتر از چند صد مشترک داشته باشند، بصورت بی‌انسداد طراحی شوند. از اینرو، اکنون یک طرح دارای انسداد را برای مرکز تبادل ۱۰۰۰ خطه ارائه می‌کنیم. هر گزینشگر نهایی، که از نوع گزینشگرهای دو حرکته است، ۱۰۰ برونگاه دارد، پس برای اتصال به ۱۰۰۰ مشترک لااقل به ۱۰ گزینشگر نهایی نیاز داریم. اما با داشتن ۱۰ گزینشگر نهایی، تنها امکان برقراری ۱۰ مکالمه همزمان را خواهیم داشت، که برای یک مرکز تبادل ۱۰۰۰ خطه عددی ناچیز است.طراحی باید به گونه‌ای باشد که حدود ۱۵۰ تا ۲۰۰ مکالمه همزمان را با تدارک شماری از گزینشگرهای اول و نهایی به تعداد کافی، فراهم سازد. اگر ۲۰۰ گزینشگر اول داشته باشیم که هر مشترک به ۲۴ تا از آنها دسترسی داشته باشد، ۱۲۰ مشترک به هر گزینشگر اول متصل خواهند شد. با تصرف یک گزینشگر اول توسط یک مشترک، آن گزینشگر برای سایر مشترکین متصل به آن در حالت مشغول خواهد بود. گزینشگرهای نهایی به ۱۰ گروه مجزا، هر یک متناظر با یک سطح عمودی از گزینشگر عمودی تقسیم‌بتدی می‌شوند. تمام گزینشگرهای اول به هر ۱۰ گروه در مرحله نهایی دسترسی دارند. در هر سطح، تنها ۱۰ برونگاه داریم، از اینرو یک گزینشگر اول می‌تواند فقط به ۱۰ گزینشگر نهایی در هر گروه دسترسی داشته باشد. وقتی تعداد گزینشگرهای نهایی در هر گروه بیشتر از ۱۰ تا باشد، به آرایش خاصی نیاز خواهیم داشت تا تمام گزینشگرهای نهایی در گروه در دسترس هر یک از گزینشگرهای مرحله گروهی قرار گیرند. با بکارگیری روشی بنام *اتصال گروهی مطبق*[1] می‌توان بیش از ۱۰ گزینشگر نهایی را به یک گزینشگر گروهی متصل کرد. در روشی دیگر، از هر گزینشگر گروهی ۲۰۰ خط خارج می‌شود که اجازه دسترسی به ۲۰ گزینشگر نهایی در هر سطح را خواهیم داشت. هر گروه از گزینشگرهای نهایی دسترسی به یک بلوک ۱۰۰ نفره از مشترکین را ایجاد می‌کنند. شماره‌گذاری بلوک‌ها بصورت ۰–۹۹، ۱۰۰–۱۹۹، ۲۰۰–۲۹۹ و امثال آن است.

[1] grading group connection

گزینشگرهای نهایی را می‌توان بین ۱۰ گروه بطور یکنواخت توزیع کرد که در هر گروه ۲۰ گزینشگر نهایی خواهیم داشت. در چنین آرایشی ۲۰ مکالمه همزمان را در هر گروه می‌توان برقرار کرد. اگر تعداد مکالمات همزمان بخواهد در هر گروه از ۲۰ تا بیشتر شود با انسداد مواجه می‌شویم هرچند که گزینشگرهای نهایی در سایر گروه‌ها آزاد باشند. از این منظر، بهتر است که توزیع گزینشگرهای نهایی در گروه‌های مختلف بسته به آمدوشد تخمینی آن بصورتی غیریکنواخت انجام گیرد.

مثال ۲–۱ در یک مرکز تبادل ۱۰۰۰ خطه ، گستره شماره‌های ۰۰۰–۲۹۹ به مشرکین کاری تخصیص یافته است. در طی ساعت شلوغ ۴۰ درصد مشترکین کاری هر بلوک ۱۰۰ تایی فعال هستند. گستره شماره‌های ۳۰۰–۹۹۹ به اتصالات خانگی تخصیص داده شده‌اند. در هر زمان ۱۰ درصد از مشترکین خانگی در هر بلوک فعال هستند. تعداد کل گزینشگرهای نهایی لازم را تخمین بزنید.

روش حل– در گروه مشترکین کاری، ۲۰ مکالمه همزمان در هر بلوک ۱۰۰ نفره خواهیم داشت. درگروه خانگی، ۵ مکالمه همزمان در هر بلوک ۱۰۰ نفره خواهیم داشت. بنابراین تعداد کل گزینشگرهای نهایی لازم بصورت زیر بدست می‌آ ید:

تعداد کل گزینشگرهای نهایی لازم = ۳×۲۰+۷×۵ =۹۵

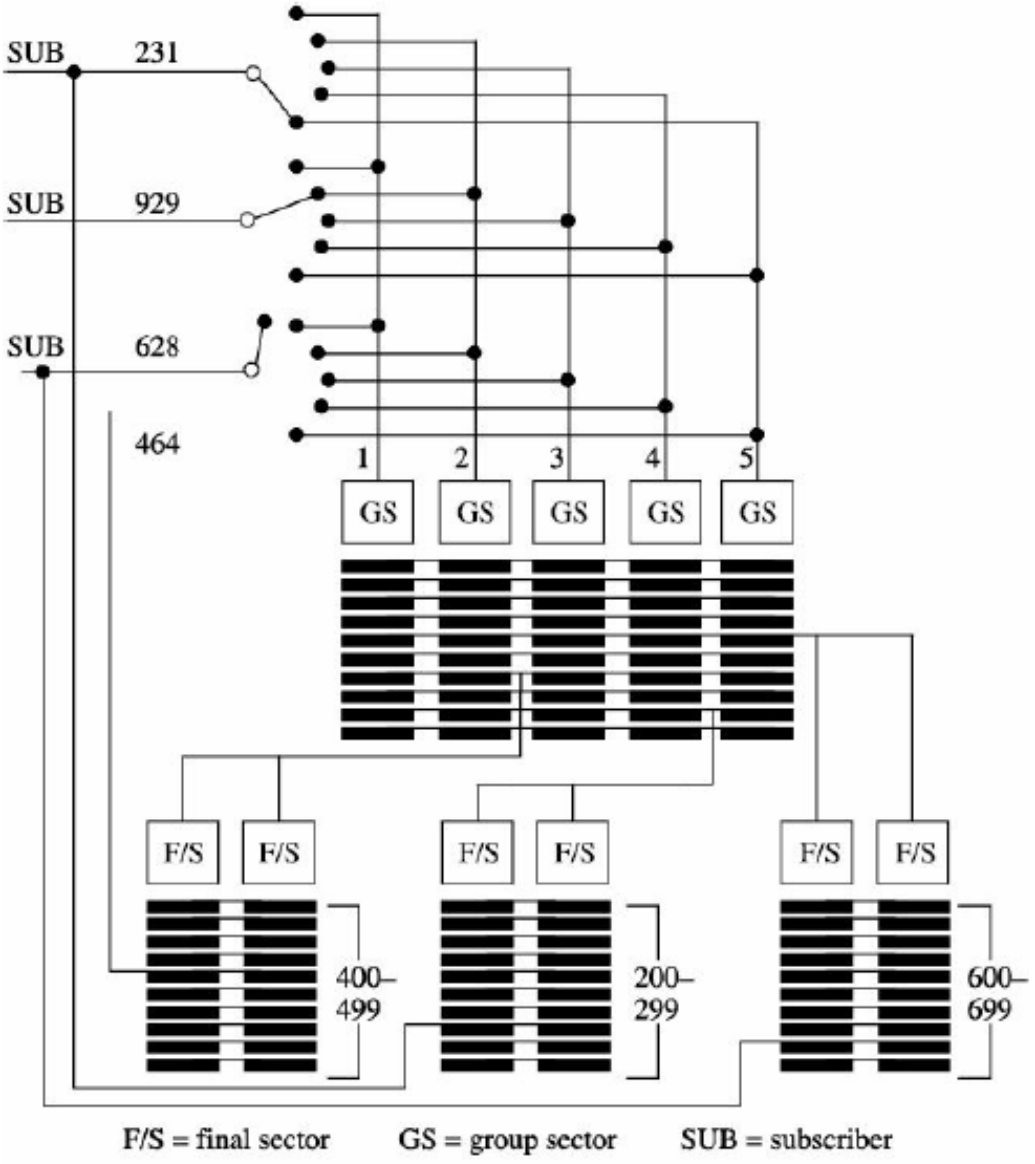
مثال ۲–۲ در مثال ۲–۱ اگر احتمال فعال بودن بیش از ۴۰ درصد مشترکین کاری ۰,۰۱ و احتمال فعال بودن بیش از ۱۰ درصد مشترکین خانگی ۰,۰۵ باشند، کارایی انسداد مرکز تبادل را تخمین بزنید. فرض کنید که مراحل دیگر سوده بجز مرحله گزینشگر نهایی بصورت بی‌انسداد طراحی شده‌اند.

روش حل– مرکز تبادل وقتی دچار انسداد می‌شود که یا یکی از مشترکین کاری و یا یکی از مشترکین خانگی با انسداد مواجه شوند. پس احتمال انسداد از قانون احتمالات کل بصورت زیر بدست می‌آید:

$$P_B = P_b P_{B|b} + P_d P_{B|d} = 0.3\times 0.01 + 0.7\times 0.05 = 0.038$$

در این رابطه P_B ، P_b ، P_d به ترتیب احتمال انسداد، احتمال در گروه کاری بودن یک مشترک و احتمال در گروه خانگی بودن مشترک و $P_{B|b}$ ، $P_{B|d}$ به ترتیب احتمال انسداد مشترکین کاری و خانگی هستند.

در شکل ۲–۱۳ نمودار سیم‌بندی مرکز تبادل ۱۰۰۰ خطه را مشاهده می‌کنید. در این شکل دو اتصال برقرار، نشان داده شده‌اند. مشترک ۲۳۱ گزینشگر گروهی ۵ را تصرف کرده و ارتباطی با مشترک ۶۲۸ برقرار شده است. به نحوی مشابه، مشترک ۹۲۹ از طریق گزینشگر گروهی ۲ به مشترک ۴۶۴ اتصال یافته است. خواننده به خوبی می‌تواند اتصالات تاشده را در این شکل مشاهده نماید. در طی مکالمه، تک‌گزینشگر متقاضی، یک گزینشگر گروهی و یک گزینشگر نهایی مشغول باقی می‌مانند. با خاتمه مکالمه، هنگامیکه هر دو طرف مکالمه گوشی خود را گذاشته باشند، تمام عناصر سودهی آزاد شده و به جایگاه سراگاه خود باز می‌گردند. فرض کنید ۲۰۰ گزینشگر گروهی و ۲۰۰ گزینشگر نهایی داریم.



شکل ۲–۱۳ نمودار سیم بندی مرکز تبادل ۱۰۰۰ خطه

برسنجه‌های طراحی این مرکز تبادل بصورت زیر خواهند بود:

تعداد عناصر سودهی S =۱۰۰۰ «تگ–۲۴»+۰۰ ۴ «گد» – ظرفیت سودهی SC= ۲۰۰ –

تعداد مراحل سودهی K= ۳ – قابلیت رفع و رجوع آمدوشد TC= ۰,۴ –

ضریب بهره‌وری از تجهیزات EUF= ۰,۴۳ – هزینه سامانه سودهی C=۶۰۰۰ –

شاخص هزینه ظرفیت CCI =۳۳,۳ –

کارایی انسداد به مشخصات آمدوشد در گروه‌های ۱۰۰ تایی از شماره‌ها بستگی دارد. به‌هر حال می‌توان مقادیر تجربی احتمال انسداد را برای هر گروه با فرض داشتن ۲۰ گزینشگر نهایی برای هر گروه و توزیع یکنواخت آمدوشد، بصورت زیر انجام داد:

احتمال نشستن یک برخوانی در یک بلوک معین= ۱۰۰/۱۰۰۰

احتمال داشتن دو برخوانی در یک بلوک معین= ۱۰۰/۱۰۰۰ × ۹۹/۹۹۸

احتمال داشتن ۲۰ برخوانی در یک بلوک معین= ۱۰۰/۱۰۰۰ × ۹۹۸/۹۹۹ × ... × ۸۱/۹۶۲

در محاسبات فوق بطور تلویحی فرض کرده‌ایم که متقاضی برخوانی‌ها در آن بلوک معین نباشد.

۸–۲ سوده تاشده ۱۰۰۰۰ خطه

در مرکز تبادل ۱۰۰۰۰ خطه باید چهار گزینش عددی متناظر با ۴ رقم شماره مشترک انجام گیرد. در مرحله گزینشگری گروهی دو زیرمرحله داریم که هر کدام یک گزینش عددی و یک گزینش منبع را انجام می‌دهند. مرحله گزینشگری نهایی دو گزینش عددی دیگر را انجام می‌دهد. وقتی متقاضی شماره‌ای می‌گیرد، گزینشگر اول به رقم اول و گزینشگر دوم به رقم دوم و گزینشگر نهایی به دو رقم آخر پاسخ می‌دهند.

برای پشتیبانی از ۱۰۰۰۰ مشترک، لااقل به ۱۰۰ گزینشگر نهایی نیاز داریم. از انجا که در گستره شماره‌های ۰۰۰۰–۹۹۹۹، ۱۰۰ بلوک ۱۰۰ تایی بصورت (۹۹–۰۰، ۱۹۹–۱۰۰، ۲۹۹–۲۰۰و...) وجود دارند، گزینشگرهای نهایی باید

در ۱۰۰ گروه مجزا تقسیم شوند. با کمی تأمل متوجه می‌شویم که گزینشگرهای دوم در ۱۰ گروه مجزا متناظر با گستره شماره‌های ۰–۹۹۹، ۱۰۰۰–۱۹۹۹ و امثال آن باید گروه‌بندی شوند. در مورد گزینشگرهای اول گروه‌بندی لازم نیست. طرحی که بتواند ۱۰۰۰ مکالمه همزمان را پشتیبانی کند، ارائه می‌دهیم. بدین منظور لااقل به ۱۰۰۰ گزینشگر اول، ۱۰۰۰ گزینشگر دوم و ۱۰۰۰ گزینشگر نهایی نیاز خواهیم داشت. برای رعایت سادگی، فرض کرده‌ایم توزیع گزینشگرها در گروه‌ها یکسان باشد. با فرض بکارگیری پیشگزین‌هایی از نوع تک‌گزینشگر ۲۴ برونگاهه و با روش پیشگزینی مبتنی بر گزینشگریابی، هر مشترک به ۲۴ گزینشگر اول دسترسی دارد و به هر گزینشگر اول ۲۴۰ مشترک اتصال دارند. در هر سطح عمودی یک گزینشگر اول، ۱۰۰ گزینشگر دوم داریم. اما هرگزینشگر اول در هر سطح تنها به ۱۰ تا از آنها می‌تواند دسترسی داشته باشد. چون در هر سطح عمودی در کل ۱۰۰۰۰ برونگاه وجود دارد، به هر گزینشگر دوم از ۱۰۰ گزینشگر اول دسترسی وجود دارد. در هر سطح عمودی گزینشگر دوم ۱۰ گزینشگر نهایی وجود دارد. به هر گزینشگر نهایی از ۱۰۰ گزینشگر دوم دسترسی وجود دارد. برسنجه‌های طراحی این مرکز تبادل بصورت زیر خواهند بود:

تعداد عناصر سودهی S =۱۰۰۰۰ «تگ–۲۴»+۳۰۰۰ «گد» – ظرفیت سودهی SC= ۱۰۰۰ –

تعداد مراحل سودهی K= ۴ – قابلیت رفع و رجوع آمدوشد TC= ۰,۲ –

ضریب بهره‌وری از تجهیزات EUF= ۰,۳۱ – هزینه سامانه سودهی C=۵۰۰۰۰–

شاخص هزینه ظرفیت CCI =۲۰۰ –

تمرین‌ها

۱– شکل موج تکانه‌های شماره‌گیری را برای شماره ۴۱ رسم کنید.

۲– زمان لازم برای شماره‌گیری شماره ۰۰–۹۱–۴۴–۴۱۴۶۳۰ توسط وراگویی با شماره‌گیر چرخان را محاسبه کنید. فرض کنید متقاضی بطور متوسط ۶۰۰ هزارم ثانیه را صرف شماره‌گیری هر رقم می‌کند.

۳– بادامک جداساز را چگونه باید طراحی کنیم تا مکث بین ارقام، مقدم بر تکانه‌های شماره‌گیری باشد؟

۴- طرز کار سازوکار ماشه‌چکانی در شماره‌گیر را توضیح دهید. مزیت آن بر سازوکار بادامک در شماره‌گیر چیست؟

۵ - توضیح دهید که چرا با شنیدن بوق اشغال نمی‌توانیم مطمئن باشیم که مخاطب مشغول مکالمه است.

۶- یک متقاضی عادی وراگویی دوربرد با شنیدن صدای زنگ خوردن، با اظهار اینکه ارتباط اشتباهی وصل شده است، فوراً گوشی را قطع می‌کند. آیا ممکن است حق با او باشد؟چرا؟

۷- یک متقاضی وراگویی دوربرد چهار نوای اقدام به برخوانی متفاوت را در طی زمان برقراری ارتباط می‌شنود. او چه استنباطی می‌تواند داشته باشد؟

۸- در کشوری انگلیسی زبان، یک متقاضی وراگویی دوربرد اعلان صوتی «تمام خطوط این مسیر مشغول هستند. لطفاً مدتی صبر کنید و دوباره تماس بگیرید.» را می‌شنود. آیا راهی وجود دارد که او بتواند بفهمد کدام بخش از شبکه مشغول است؟ این وضعیت را با کشوری چندزبانه مثل هند مقایسه کنید.

۹- طرز کار یک سوده چرخان را شرح دهید. وجه تمایز کنش‌سریع و کنش آهسته را بیان کنید.

۱۰- در یک مرکز تبادل استروگر ۱۰۰ خطه که با بکارگیری ۱۰۰ گزینشگر دو حرکتی طراحی شده است، مشترک شماره ۸۵ با مشترک شماره ۵۸ تماس گرفته است. نمودار سیم‌بندی را رسم کنید. اگر تماس توسط مشترک شماره ۵۸ گرفته می‌شد چه تغییری در نمودار سیم‌بندی ایجاد می‌شد؟

۱۱- وضعیت نسبی زوج شماره‌های (۶۰ و۶۱) و (۰۵ و ۳۵) را در یک گزینشگر دو حرکتی توصیف کنید.

۱۲- رهیافت‌های اصلی در طراحی نحوه دسترسی مشترکین به سوده استروگر کدامند؟ آنها را شرح دهید.

۱۳- نشان دهید که چگونه می‌توان از تک‌گزینشگر به عنوان گزینشگریاب و خط‌یاب استفاده کرد.

۱۴- تقاوت بررسی زمین شدن و بررسی اتصال به برقنباره را در فرایند جستجو در مراکز تبادل استروگر ذکر نمایید. در مورد مزیت نسبی آنها توضیح دهید.

۱۵- یک مرکز تبادل ۱۰۰۰ خطه دارای ۲۴ گزینشگر گروهی و ۲۰ گزینشگر نهایی است. از این مرکز چند مکالمه همزمان را می‌توان عبور داد؟ با فرض اینکه گزینشگرهای نهایی یکسان توزیع شده باشند، چه تعداد مکالمه همزمان در گستره شماره‌های ۲۰۰–۲۹۹ می‌توانند برقرار شوند؟

۱۶-- یک مرکز تبادل ۱۰۰۰ خطه دارای ۲۴ گزینشگر گروهی و ۵۰ گزینشگر نهایی با توزیعی یکسان است. از این مرکز چند مکالمه همزمان را می‌توان عبور داد؟ چه تعداد مکالمه همزمان در گستره شماره‌های ۲۰۰–۲۹۹ می‌توانند برقرار شوند؟

۱۷- یک مرکز تبادل استروگر ۱۰۰ خطه را با بکارگیری خط‌یاب به نحوی طراحی کنید که احتمال انسداد آن کمتر از ۰,۰۵ باشد. برسنجه‌های طراحی را محاسبه کنید. فرض کنید احتمال فعال بودن هر مشترک ۰,۱ باشد.

۱۸- در مرکز تبادل استروگر ممکن است یک برخوانی حتی با وجود آنکه یک مسیر مناسب در داخل سوده برای برقراری آن وجود داشته باشد، مسدود شود. در اینباره توضیح دهید.

۱۹- در سامانه‌های سودهی گام به گام می‌توانیم بجای نظام عددنویسی دهدهی از نظام‌های عددنویسی دیگر هم استفاده کنیم. هزینه یک گزینشگر دو مرحله‌ای توسط رابطه $C_S = 100 + 0.25b^2$ تخمین زده می‌شود که در این رابطه b مبنای نظام عددنویسی است. مقدار b را به نحوی بیابید که هزینه کمترین مقدار ممکن شود وقتی N تعداد مشترکینی باشد که گزینشگر از آن پشتیبانی می‌کند.

مراجع

1. Atkinson, J., *Telephony, Vol. 2, Automatic Exchange Systems*, The New Era Publishing Co., London, 1950.
2. Biswas, N.N., *Principles of Telephony*, Radiant Books, Bangalore, 1970.
3. Jolley, E.H., *Introduction to Telephony and Telegraphy*, A.H. Wheeler & Co., Allahabad, 1967.

لغت‌نامه انگلیسی به فارسی

A		
address	نشانی	
alarm circuit	مدار اخطار	
allotter switch	سوده تخصیص	
alphanumeric	حرفی عددی	
analog	گزارا	پیشنهاد
approach	رهیافت	
armature	میله	
audible tones	نواهای شنیداری	
auto-stepping	گام زنی خودکار	
automatic exchange	مرکز تبادل خودکار	
B		
bank of contacts	مخزن اتصالات	
baseline switch	سوده مبنا	
battery	برقنباره	پیشنهاد
battery testing	بررسی اتصال به برقنباره	
blocking	انسداد	

blocking probability	احتمال انسداد	
blocking switch	سوده با انسداد	
break and make	انفصال و اتصال	
breakdown	ازکارافتادگی	
bridging type	پل گونه	
business subscribers	مشترکین کاری	
busy	مشغول	
Busy hour	ساعت شلوغ	
busy hour traffic	آمدوشد در ساعت شلوغ	
busy tone	بوق اشغال	
by-pass circuit	مدار کنارگذر	
C		
call	برخوانی	فرهنگستان
call establishment	برقراری ارتباط	
call in-progress tone	نوای اقدام به برخوانی	
call metering circuits	مدارات برخوانه‌سنجی	
called subscriber	مخاطب	
called-subscriber-held	دایر نکهداشتن مخاطب	
calling subscriber	متقاضی	
capacity	ظرفیت	

centrifugal	گریز از مرکزی	
circuit	مدار	
clearance	روزنه	
common control	راهبری مشترک	
commoned	مشترک‌سازی شده	
commoning	مشترک‌سازی	
condition	وضعیت	
configuration	پیکربندی	
congestion tone	بوق ازدحام	
connector part	قسمت اتصال دهنده	
contact	اتصال، زبانه اتصال	
control	راهبری	
conversation	مکالمه	
Cost Capacity Index	شاخص هزینه ظرفیت	CCI
D		
dc loop	حلقه جریان مستقیم	
detent	ضامن نگهدارنده	
dial	شماره گیری	
dial off-normal contacts	اتصالات اقدام شماره‌گیر	
dial tone	بوق آزاد	

digit	رقم	
digital	شمارا	پیشنهاد
direct control	راهبری مستقیم	
domestic subscribers	مشترکین خانگی	
drive	رانش	
duty ratio	نسبت دوره کار	
E		
earphone	گوشی	
earth testing	بررسی زمین بودن	
electrical	برقی	
electrical path	مسیر رسانا	
electromagnet	آهنربای برقی	
electromechanical	برقسازه‌ای	پیشنهاد
electronic	برقواره‌ای	پیشنهاد
electronic switch	سوده برقواره‌ای	
Equipment Utilization Factor	ضریب بهره وری تجهیزات	EUF
event triggered	راه‌اندازی با وقوع رویداد	
exchange	مرکز تبادل	
F		
final selector	گزینشگر نهایی	
finger plate	صفحه انگشت‌گیر	

finger stop position	موضع توقف انگشت	
folded switch	سوده تاخورده	
forward drive type	از نوع رانش مستقیم	
frequency	بسامد	
full availability	دسترسی کامل	
G		
gear	دنده	
governor	تنظیم کننده	
grading group connection	اتصال گروهی مطبق	
group selector stage	مرحله گزینشگری گروهی	
guard bank	مخزن محافظ	
H		
handset	دسته گوشی	
holding circuit	مدار نگهداری	
home contact	اتصال سراگاه	
homing arc	قوس سرایابی	
homing bank	مخزن سرایابی	
homing circuit	مدار سرایابی	
horizontal	افقی	
hunting circuit	مدار جستجو	
I		

impulsing cam	بادامک تکانه	
impulsing circuit	مدار تکانه‌دهی	
impulsing contact	زبانه اتصال تکانه	
incoming line	خط وارده	
inertia	ماند	
inlet	درونگاه، خط ورود	
interdigit gap	مکث بین ارقام	
interface	واسط	
intermittent	به نوبت	
interrupter contact	اتصال وقفه‌ساز	
interrupter mechanism	سازوکار وقفه‌سازی	
isthmus armature	باریکه میله	
J		
K		
L		
line finder	خط یاب	
long distance call	برخوانی دوربرد	
M		
maintenance	نگهداری	

make-before-break	وصل پیش از قطع	
manual exchange	مرکز تبادل دستی	
manual switching	سودهی دستی	
mechanical	سازواره‌ای	
mechanism	سازوکار	
meter	سنجشگر	
metering circuit	مدار سنجش	
microphone	دهنی	
modulation	مدگردانی	
monitoring	پایش	
multifrequency dialing	شماره‌گیری چند بسامدی	
multipled	چندتایی شده	
N		
nonblocking	بی‌انسداد	
numbering plan	طرح شماره‌گذاری	
number unobtainable tone	نوای شماره خارج از دسترس	
numerical selection	گزینش عددی	
numerical selector	گزینشگر عددی	
O		
off-hook	برداشتن گوشی	
off-hook condition	وضعیت نگذاشتن گوشی	

off-normal contact	اتصال بازمعمول	
off-normal position	موقعیت نامعمول	
on-hook	گذاشتن گوشی	
operator	متصدی	
outgoing line	خط صادره	
outlet	برونگاه، خط خروج	
P		
P-wire	سیم- پ	
parameter	برسنجه	پیشنهاد
pawl	قلاب ضامن	
payphone recognition tone	نوای شناسایی تلفن همگانی	
peak-hour	ساعت اوج	
permanent glow	روشن ماندن دائمی	
pinion wheel	چرخ دنده	
polling	سرکشی	
premature tripping	خاموشی زودرس	
preselector	پیشگزین	
preselector stage	مرحله پیشگزینی	
private wire	سیم خصوصی	
pulse dialing	شماره‌گیری تکانه‌ای	
Q		

R		
ratchet	چرخ دندانه دار	
rectifire	یکسوساز	
relay	کلید بازفرست	
relay group	کلید بازفرست گروهی	
release held	آزاد نشدن	
release magnet	آهنربای رهاسازی	
resourse selection	گزینش منبع	
rest position	موقعیت استقرار اولیه	
reverse drive type	از نوع رانش معکوس	
ring	زنگ	
ring-trip circuit	مدار خاموشی زنگ	
ringing current	جریان زنگ	
ringing tone	نوای زنگ خوردن	
rotary dial	شماره گیر چرخان	
routing tone	نوای مسیریابی	
S		
seizure circuit	مدار تصرف	
selector	گزینشگر	
selector grouping	گروه بندی گزینشگرها	

selector hunter	گزینشگریاب	
self-drive mechanism	سازوکار خودرانی	
shaft	محور	
signal	اخباره	
signalling	علامت دهی	
sparking	جرقه‌زنی	
special information tone	نوای اطلاعات ویژه	
speech circuit	مدار صحبت	
spring	فنر	
standard	استانده	فرهنگستان
start condition	وضعیت شروع	
start circuit	مدار شروع	
statistics	آمار	
step-by-step	گام به گام	
stepping	گام زنی	
subscriber	مشترک	
subscriber grouping	گروه بندی مشترکین	
subscriber line	خط مشترک	
subscriber loop	حلقه مشترک	
Subscriber Trunkind Dialing	شماره‌گیری تراسیمی مشترک	STD

subscriber uniselector scheme	طرح تک‌گزینشگری مشترک	
supervisory	نظارت	
suppressor cam	بادامک جداسازی	
switch	سوده	فرهنگستان
switching	سودهی	فرهنگستان
switching circuit	مدار سودهی	
switching capacity	ظرفیت سوسازی	
switching contacts	اتصالات سودهی	
T		
telephone	وراگو	پیشنهاد
testing circuits	مدارات بررسی	
tip	نوک	
tolerance	زیاد و کم، رواداری	
tone	نوا	
tone burst	تکانه نوا	
traffic	آمد و شد	
traffic handling capability	قابلیت رفع و رجوع آمدوشد	
trigger	ماشه چکانی	
trunking diagrams	نمودار سیم‌بندی	
two-motion selector	گزینشگر دو حرکتی	
U		

uniselector	تک‌گزینشگر	
V		
vertical	عمودی	
visual	دیداری	
voice anouncements	اعلانات صوتی	
voltage	برقمایه	پیشنهاد
W		
warning tone	نوای هشدار	
waveform	شکل موج	
wear and tear	فرسودگی و سایش	
wiper	جاروبک	
wiper assembly	تشکیلات جاروبک	
worm gear	دنده حلزونی	
X		
Y		
Z		

لغت‌نامه فارسی به انگلیسی

الف		
اتصال بازمعمول	off-normal contact	
اتصال، زبانه اتصال	contact	
اتصال سراگاه	home contact	
اتصال گروهی مطبق	grading group connection	
اتصال وقفه‌ساز	interuppter contact	
اتصالات اقدام شماره‌گیر	dial off-normal contacts	
اتصالات سودهی	switching contacts	
احتمال انسداد	blocking probability	
اخباره	signal	
آزاد نشدن	release held	
ازکارافتادگی	breakdown	
از نوع رانش مستقیم	forward drive type	
از نوع رانش معکوس	reverse drive type	
استانده	standard	
اعلانات صوتی	voice anouncements	
افقی	horizontal	
آمار	statistics	

آمد و شد	traffic	
آمدوشد در ساعت شلوغ	busy hour traffic	
انسداد	blocking	
انفصال و اتصال	break and make	
آهنربای برقی	electromagnet	
آهنربای رهاسازی	release magnet	
ب		
بادامک تکانه	impulsing cam	
بادامک جداسازی	suppressor cam	
باریکه میله	isthmus armature	
برخوانی	call	فرهنگستان
برخوانی دوربرد	long distance call	
برداشتن گوشی	off-hook	
بررسی زمین بودن	earth testing	
بررسی اتصال به برقنباره	battery testing	
برسنجه	parameter	پیشنهاد
برقراری ارتباط	call establishment	
برقسازه‌ای	electromechanical	پیشنهاد
برقمایه	voltage	پیشنهاد
برقنباره	battery	پیشنهاد

برقواره‌ای	electronic	پیشنهاد
برقی	electrical	
برونگاه، خط خروج	outlet	
بسامد	frequency	
بوق آزاد	dial tone	
بوق ازدحام	congestion tone	
بوق اشغال	busy tone	
به نوبت	intermittent	
بی‌انسداد	nonblocking	
پ		
پایش	monitoring	
پیشگزین	preselector	
پیکربندی	configuration	
پل گونه	bridging type	
ت		
تشکیلات جاروبک	wiper assembly	
تکانه نوا	tone burst	
تک‌گزینشگر	uniselector	
تنظیم کننده	governor	
ث		

ج		
جاروبک	wiper	
جرقه‌زنی	sparking	
جریان زنگ	ringing current	
چ		
چرخ دندانه دار	ratchet	
چرخ دنده	pinion wheel	
چندتایی شده	multipled	
ح		
حلقه جریان مستقیم	dc loop	
حلقه مشترک	subscriber loop	
حرفی عددی	alphanumeric	
خ		
خاموشی زودرس	premature tripping	
خط خروج، برونگاه	outlet	
حط صادره	outgoing line	
خط مشترک	subscriber line	
خط وارده	incoming line	
خط ورود	inlet	

خط یاب	line finder	
دال		
دایر نکهداشتن مخاطب	called-subscriber-held	
درونگاه، خط ورود	inlet	
دسترسی کامل	full availability	
دسته گوشی	handset	
دنده	gear	
دنده حلزونی	worm gear	
دهنی	microphone	
دیداری	visual	
ذال		
ر		
رانش	drive	
راه‌اندازی با وقوع رویداد	event triggered	
راهبری	control	
راهبری مستقیم	direct control	
راهبری مشترک	common control	
رقم	digit	
روزنه	clearance	

روشن ماندن دائمی	permanent glow	
رهیافت	approach	
ز		
زبانه اتصال تکانه	impulsing contact	
زنگ	ring	
زیاد و کم، رواداری	tolerance	
ژ		
سین		
سازواره‌ای	mechanical	
سازوکار	mechanism	
سازوکار خودرانی	self-drive mechanism	
سازوکار وقفه‌سازی	interrupter mechanism	
ساعت اوج	peak-hour	
ساعت شلوغ	busy hour	
سرکشی	polling	
سنجشگر	meter	
سوده	switch	فرهنگستان
سوده با انسداد	blocking switch	
سوده برقواره‌ای	electronic switch	

سوده تاخورده	folded switch	
سوده تخصیص	allotter switch	
سوده مبنا	baseline switch	
سوده متقاطع	crossbar switch	
سودهی	switching	فرهنگستان
سودهی دستی	manual switching	
سیم- پ	P-wire	
سیم خصوصی	private wire	
شین		
شاخص هزینه ظرفیت	Cost Capacity Index	CCI
شکل موج	waveform	
شمارا	digital	پیشنهاد
شماره‌گیری تراسیمی مشترک	Subscriber Trunkind Dialing	STD
شماره‌گیری تکانه‌ای	pulse dialing	
شماره گیر چرخان	rotary dial	
شماره گیری چندبسامدی	multifrequency dialing	
صاد		
صفحه انگشت‌گیر	finger plate	
ضاد		
ضامن نگهدارنده	detent	

ضریب بهره وری تجهیزات	Equipment Utilization Factor	EUF
طا		
طرح تک‌گزینشگری مشترک	subscriber uniselector scheme	
طرح شماره‌گذاری	numbering plan	
ظا		
ظرفیت	capacity	
ظرفیت سوسازی	switching capacity	
عین		
علامت دهی	signalling	
عمودی	vertical	
غین		
ف		
فرسودگی و سایش	wear and tear	
فنر	spring	
قاف		
قابلیت رفع و رجوع آمدوشد	traffic handling capability	
قسمت اتصال دهنده	connector part	
قلاب ضامن	pawl	
قوس سرایابی	homing arc	

کاف		
کلید بازفرست	relay	
کلید بازفرست گروهی	relay group	
گاف		
گام به گام	step-by-step	
گام زنی	stepping	
گام زنی خودکار	auto-stepping	
گذاشتن گوشی	on-hook	
گروه بندی گزینشگرها	selector grouping	
گروه بندی مشترکین	subscriber grouping	
گریز از مرکزی	centrifugal	
گزارا	analog	پیشنهاد
گزینش عددی	numerical selection	
گزینش منبع	resourse selection	
گزینشگر	selector	
گزینشگر دو حرکتی	two-motion selector	
گزینشگر عددی	numerical selector	
گزینشگر نهایی	final selector	
گزینشگریاب	selector hunter	
گوشی	earphone	

لام		
میم		
ماشه چکانی	trigger	
ماند	inertia	
متصدی	operator	
متقاضی	calling subscriber	
محور	shaft	
مخاطب	called subscriber	
مخزن اتصالات	bank of contacts	
مخزن سرایابی	homing bank	
مخزن محافظ	guard bank	
مدار	circuit	
مدار اخطار	alarm circuit	
مدار تصرف	seizure circuit	
مدار تکانه‌دهی	impulsing circuit	
مدار جستجو	hunting circuit	
مدار خاموشی زنگ	ring-trip circuit	
مدار سرایابی	homing circuit	
مدار سنجش	metering circuit	

مدار سودهی	switching circuit	
مدار شروع	start circuit	
مدار صحبت	speech circuit	
مدار کنارگذر	by-pass circuit	
مدار نگهداری	holding circuit	
مدارات برخوانه‌سنجی	call metering circuits	
مدارات بررسی	testing circuits	
مدگردانی	modulation	
مرحله پیشگزینی	preselector stage	
مرحله گزینشگری گروهی	group selector stage	
مرکز تبادل	exchange	
مرکز تبادل خودکار	automatic exchange	
مرکز تبادل دستی	manual exchange	
مسیر رسانا	electrical path	
مشترک	subscriber	
مشترک‌سازی	commoning	
مشترک‌سازی شده	commoned	
مشترکین خانگی	domestic subscribers	
مشترکین کاری	business subscribers	
مشغول	busy	

مکالمه	conversation	
مکث بین ارقام	interdigit gap	
موضع توقف انگشت	finger stop position	
موقعیت استقرار اولیه	rest position	
موقعیت نامعمول	off-normal position	
میله	armature	
نون		
نسبت دوره کار	duty ratio	
نشانی	address	
نظارت	supervisory	
نگهداری	maintenance	
نمودار سیم‌بندی	trunking diagrams	
نوا	tone	
نواهای شنیداری	audible tones	
نوای اطلاعات ویژه	special information tone	
نوای اقدام به برخوانی	call in-progress tone	
نوای زنگ خوردن	ringing tone	
نوای شماره خارج از دسترس	number unobtainable tone	
نوای شناسایی تلفن همگانی	payphone recognition tone	
نوای مسیریابی	routing tone	

نوای هشدار	warning tone	
نوک	tip	
واو		
واسط	interface	
وراگو	telephone	پیشنهاد
وصل پیش از قطع	make-before-break	
وضعیت	condition	
وضعیت شروع	start condition	
وضعیت نگذاشتن گوشی	off-hook condition	
ه		
ی		
یکسوساز	rectifire	

جدول اختصارات

A		
B		
By-Pass		BP

C		
CCI	دوسیا	Cost Capacity Index
D		
dc	دیسی	direct current
E		
EUF		Equipment Utilization Factor
F		
G		
H		
I		
ICO		Impulsing COntact
J		
L		
M		
N		
O		

P		
Q		
R		
S		
SC	اسسی	Switching Capacity
STD	استیدی	Subscriber Trunking Dialig
T		
TMS	گد	Two Motion Selector
U		
US	تگ	UniSelector
US-10	تگ-۱۰	UniSelector with 10 outlet
US-24	تگ-۲٤	UniSelector with 24 outlet
V		
W		
X		

Y		
Z		