

26

Pensaklaran (Switching) Divisi Waktu

Selama seabad, para ahli pertelekomunikasian telah membagi-bagi kapasitas suatu saluran dengan memberi para pemakai tipe subsambungan yang sama, seperti yang digambarkan dalam Gambar 26.1. Dimana jasa penggantian diadakan, jasa tersebut didesain untuk mengubah tipe subchannel ini. Dengan demikian, jaringan telepon menyediakan channel telepon yang berswitch. Jaringan teleks menyediakan channel teleks yang berswitch. Jaringan perubahan pesan menyediakan channel pesan kecepatan rendah. Jaringan televisi menyediakan channel televisi yang bisa diubah-ubah.

Sekarang kita memasuki suatu era yang berbeda dalam pertelekomunikasian yang mana kapasitas jaringan perlu diubah-ubah ke dalam cara yang sangat lebih fleksibel. Channel tersebut seharusnya bisa diubah-ubah antara tipe para pemakai yang berbeda dalam suatu waktu cara yang bermacam-macam. Suatu waktu pemakai yang berbeda dalam suatu lokasi tertentu bisa menginginkan suatu

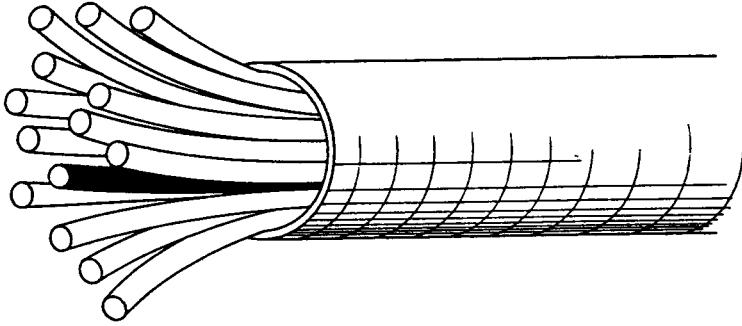
channel suara, pada suatu channel data berkecepatan tinggi lainnya, dan pada suatu channel data yang interaktif dengan sebuah puncak tinggi rasio transmisi rata-rata; atau sebuah saluran video, dan sebagainya. Jika jaringan transmisi ini merupakan suatu jaringan yang untuk melayani para pemakai sebaik jaringan transmisi yang memang bisa, kapasitas transmisi akan secara dinamis bisa berubah-ubah di antara bandwidth menurut permintaan yang segera dari para pemakai.

Ada beberapa alasan mengapa perubahan tersebut akan memutar dari alokasi subchannel bandwidth-bandwidth tertentu kepada waktu penentuan perbedaan bandwidth yang bermacam-macam:

1. Sekarang bandwidth tersedia sangat lebih efektif dari pada dalam dekade sebelumnya dan berjanji untuk menjadi tetap yang lebih tinggi. Ini bisa diinginkan untuk menggunakan bandwidth yang tinggi ini terhadap daya penuh bandwidth tersebut.
2. Teknik transmisi PCM memperbolehkan semua cara sinyal (misalnya; suara, video, reproduksi (facsimile), dan data) yang akan dengan bebas dicampur.
3. Peralatan kontrol yang berkecepatan tinggi bisa dibangun untuk menyediakan sinyal-sinyal yang berbeda yang secara ekonomis dalam suatu waktu cara yang bermacam-macam. Untuk melakukan yang demikian dalam dekade yang lebih awal akan menjadi penghalang yang mahal.
4. Kebutuhan komputer membicarakan komputer-komputer tersebut secara mendasar yang berbeda dari komputer yang dibicarakan orang ke orang. Sebuah jaringan telekomunikasi digital harus dapat memenuhi kedua tipe lalu lintas (traffic) untuk keuntungan yang paling baik yang mungkin.
5. Dalam signal realtime jaringan dan sinyal yang non-realtime sekarang bisa digolongkan, ini merupakan sebuah kunci efisiensi jaringan.
6. Saluran satelit bukanlah merupakan saluran titik ke titik tetapi bisa menghubungkan para pemakai yang beredar (mengedarkan) ke banyak sekali tempat di permukaan bumi. Untuk memperoleh keuntungan dari channel semacam ini, alokasi yang bisa berubah-ubah secara tinggi dari kapasitas channel antara para pemakai yang berbeda diperlukan.

LEBIH JAUH MENGENAI PENSAKLARAN PAKET

Para perancang (desainer) jaringan perubahan paket memperkenalkan kebutuhan untuk membangun jaringan data yang berhubungan, yang mana kapasitasnya dia-



Gambar 26.1. Pemultipleksan yang sederhana membagi kapasitas suatu channel yang secara terus menerus kedalam suatu subchannel yang identis yang lebih kecil. Kantor-kantor perubahan konvensional mengubah subchannel ini untuk menanggulangi macam-macam suara, teks, data dan kemacetan video mulai sekarang dan dimasa yang akan datang. Suatu bentuk dari perubahan yang diperlukan yang mana secara dinamis mengalokasikan kapasitas subchannel yang bermacam-macam dengan luas kepada pemakai menurut keperluan-keperluan mereka yang mendesak.

lokasikan dalam sebuah waktu cara yang bermacam-macam secara cepat. Kapasitas kedua seorang pemakai bisa menerima sebuah ledakan (burst) data kecepatan tinggi; selanjutnya dia tidak menerima atau mengirimkan sesuatu. Pada suatu waktu dia menggunakan hubungannya untuk tanggapan yang cepat dialog komputer manusia, dan hubungan lainnya untuk transmisi sekumpulan transmisi yang lambat.

Banyak sekali paket jaringan perubahan paket-jaringan yang bersambungan sekarang ini dirancang hanya untuk menangani data. Sementara suara memperhitungkan volume terbesar atas lalu-lintas suatu jaringan umum atau jaringan swasta, permintaan untuk mengubah bentuk lain dari lalu-lintas seperti video, reproduksi (facsimile), dan data, adalah merupakan suatu permintaan dasar untuk sirkuit-jaringan digital yang bersaklar sekarang ini. Untuk mengubah semua tipe dari lalu-lintas digital dengan suatu macam permintaan bandwidth dalam suatu waktu cara yang bermacam-macam memerlukan penggunaan dari perubahan divisi waktu. Sebuah alternatif masa depan terhadap perubahan divisi waktu merupakan perubahan paket wideband, yang mana ini bebas dalam Bab 29.

PENSKLARAN DAN TRANSMISI DIVISI WAKTU

Selama beberapa dekade, organisasi pertelekomunikasian secara lengkap telah memisahkan desain atas pemindahan peralatan dari desain peralatan transmisi

dengan transmisi PCM dan pemindahan divisi waktu, transmisi PCM dan pemindahan divisi waktu ini dengan baik sekali dihubungkan agar transmisi PCM dan pemindahan divisi waktu tidak dapat didesain dalam isolasi dari peralatan lainnya.

Gambar 26.2 menggambarkan suatu prinsip. Di sini bola-bola yang ditunjukkan bergulir ke bawah papan luncur dan dipilih dengan suatu pintu yang membuka dan menutup pada waktu yang sungguh-sungguh tepat. Ada empat tipe bola, A, B, C, dan D, dan bola-bola tersebut harus diubah kepada empat garis edar keluar.

Bola-bola tersebut mungkin dipikir sebagai menjadi contoh-contoh atas empat sinyal yang berjalan bersama dalam sebuah cara yang dimultiplekskan-devisi-waktu. Sinyal C akan dipindahkan ke jalur 1, sinyal A ke jalur 2, dan seterusnya. Pintu pada jalur 1 membuka pada saat yang benar-benar tepat untuk membuat contoh C berjalan ke bawah ke jalur 1. Pada waktu yang lainnya ini mungkin perlu sekali membuat sinyal C bergerak ke jalur 4. Ini dikerjakan dengan mengubah pemberian waktu dengan pintu yang terbuka.

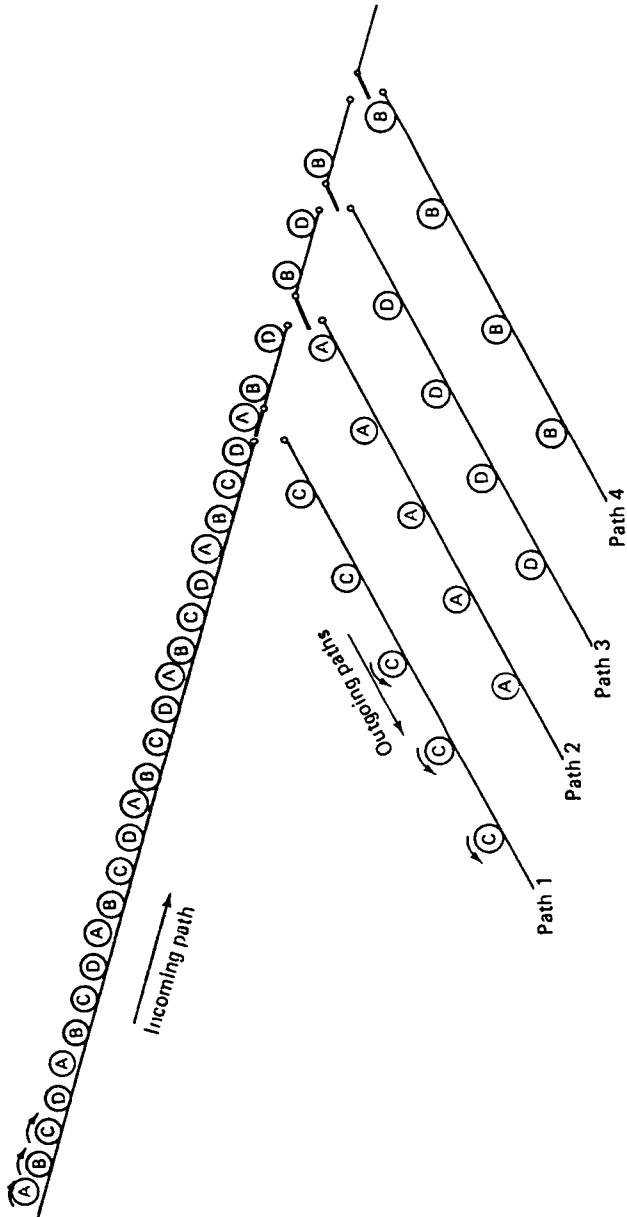
Bola-bola pada Gambar 26.2 bisa menggambarkan *bit-bit* kedatangan pada sebuah saklar; bola-bola tersebut bisa menggambarkan *8 byte bit*; atau mereka (bola-bola tersebut) bisa menggambarkan *blok-blok* data yang lebih besar. Prinsip yang sama menggunakan. Pemisahan atas waktu elemen yang dimultiplekskan yang merupakan sebuah proses pensaklaran bola-bola tersebut mungkin bisa tiba pada suku dari beberapa juta bit per detik. Bisa ada beratus-ratus atau beribu-ribu jalur, dan pintu-pintu tersebut membuka dan menutup pada kecepatan elektronis seperti sirkuit logika dalam sebuah komputer.

ARUS DENGAN KECEPATAN YANG BERVARIASI

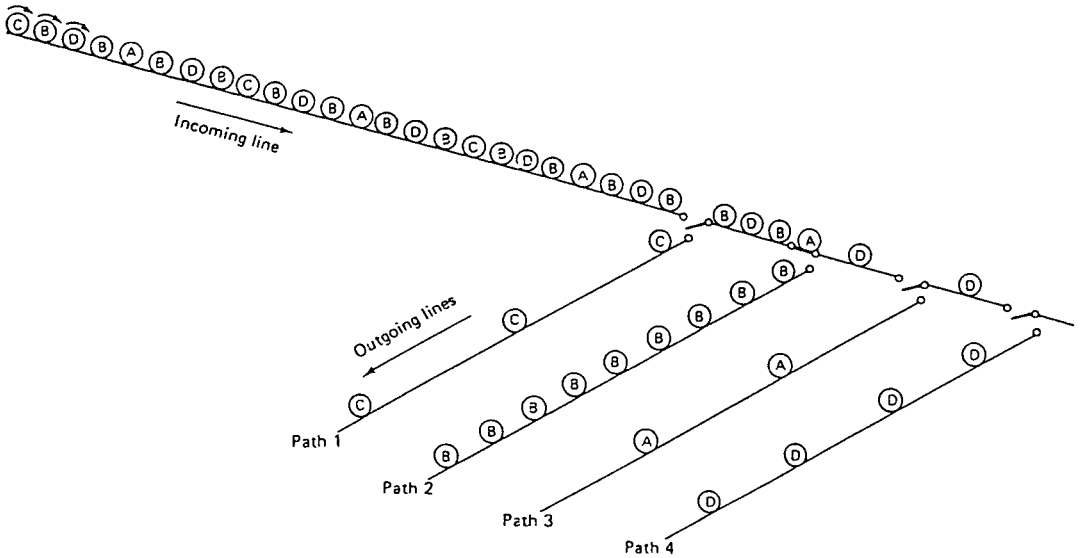
Dalam Gambar 26.2 sinyal yang dipindahkan adalah dari kecepatan yang sama (sebanding). Satu dari segi yang paling menarik dari pemindahan devisi waktu untuk jaringan masa depan adalah bahwa ini bisa menangani arus-arus dari kecepatan yang berbeda. Kapasitas dari suatu channel berkecepatan tinggi dan saklar bisa secara dinamis ditempatkan antara para pemakai yang memerlukan suku transmisi yang rendah, medium dan tinggi.

Gambar 26.3 menggambarkan prinsip dari sebuah jalur transmisi dan saklar channel tangan dari kecepatan yang berbeda. Sebuah channel suku data yang tinggi diubah ke jalur 2. Channel suku data rendah dipindahkan ke jalur 1 dan 3.

Bilamana seorang pemakai memperoleh sebuah channel dalam sebuah jaringan divisi waktu memakai kecepatan channel yang berbeda, dia akan menunjukkan



Gambar 26. 2. Pemindahan divisi-waktu dari arus yang dimultiplekskan-waktu



Gambar 26.3. Pemindahan divisi-waktu yang serempak dengan kecepatan channel yang berbeda.

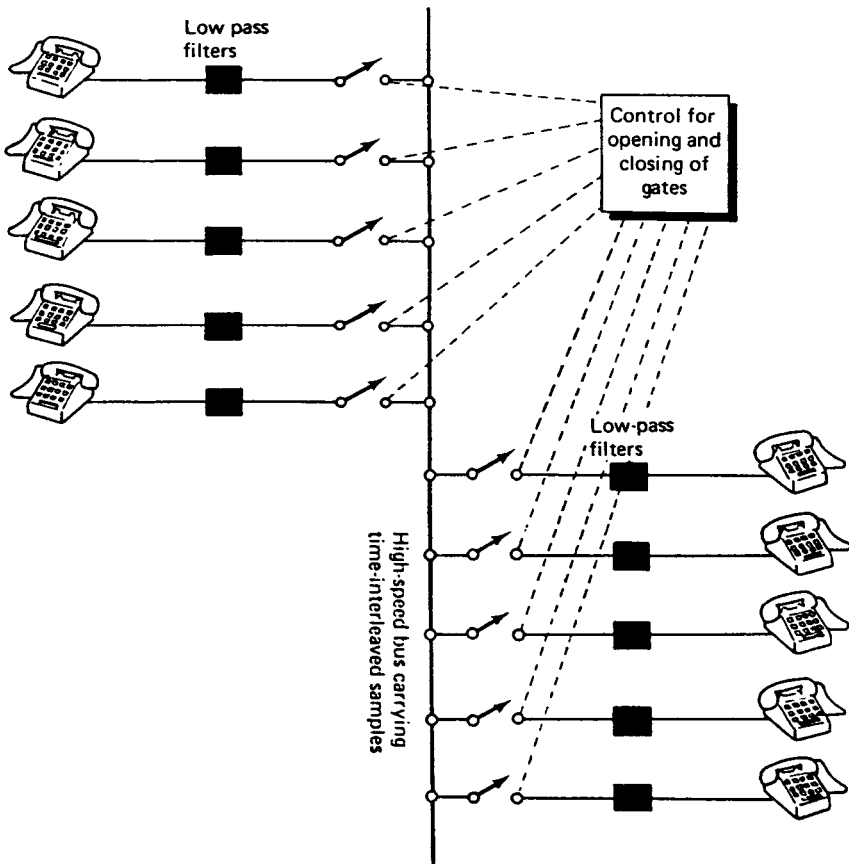
tujuan dari panggilan tersebut. Sebuah pengontrol jaringan kemudian akan mencoba membuat sebuah syarat untuk permintaan-permintaan ini melalui channel transmisi dan saklar-saklar. Jika operasi tersebut berada di bawah kontrol komputer, syarat-syarat tersebut bisa untuk sebuah blok waktu yang sangat pendek. Seorang pemakai mungkin meminta sebuah channel 200-bps selama 3 menit sementara yang lainnya meminta sebuah channel 256.000-bps selama 1 detik. Keduanya bisa diperoleh dari sebuah pengoperasian karier digital pada bilangan 2048 Mbps. Dengan devisi waktu dari kapasitas di bawah kontrol komputer, sub-channel-subchannel dari kapasitas yang besar dan yang kecil bisa dialokasikan kepada para pemakai selama periode waktu yang sangat terarah.

Sementara beberapa pemakai menentukan lamanya panggilan mereka ketika syarat tersebut dibuat, yang lainnya meminta sebuah channel untuk masa depan yang bisa diduga dan pada waktu kemudian meminta diskoneksikan (pemutusan) channel tersebut. Pemanggil pada telepon (peralatan yang melayaninnya) bisa meminta sebuah channel dari kapasitas 64,000-bps untuk yang tidak tentu lamanya.

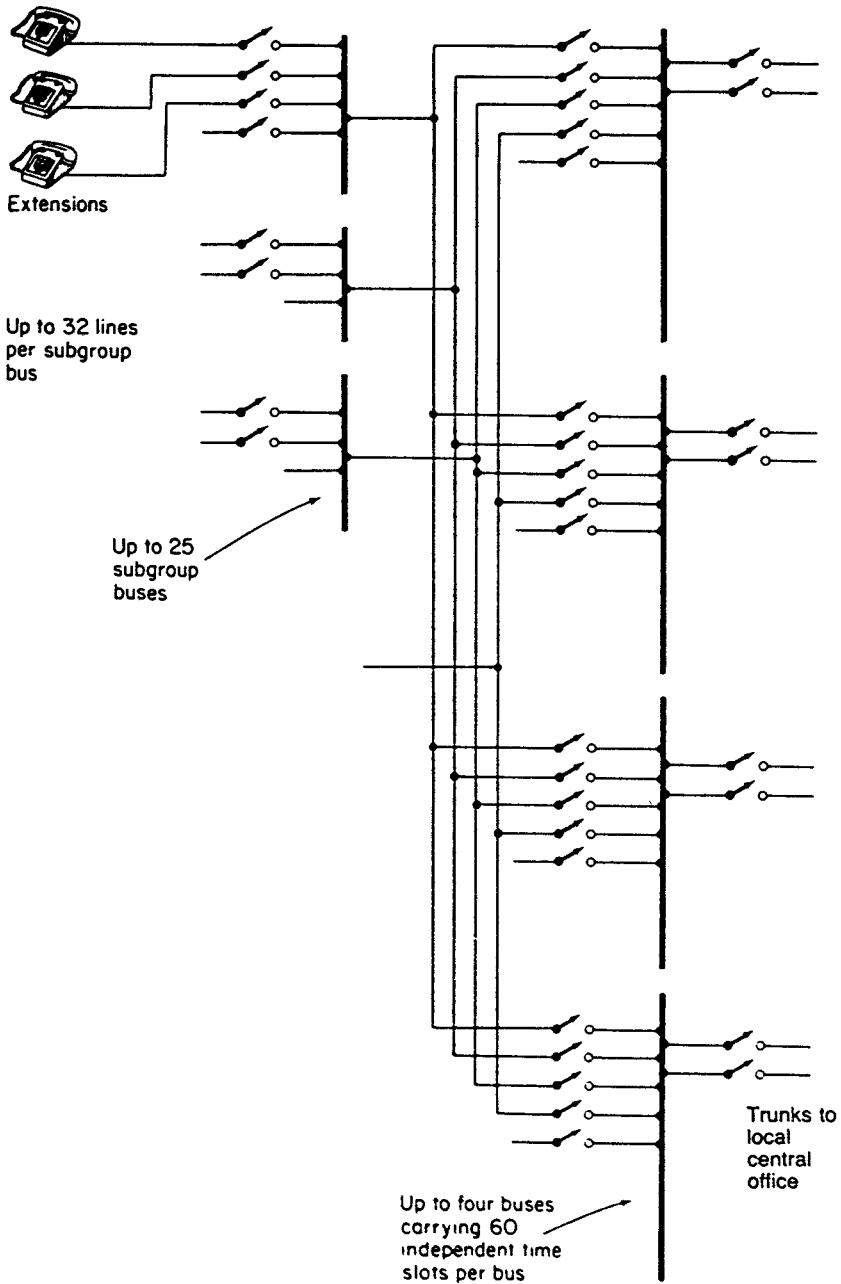
Bilamana panggilan berakhir, kapasitas tersebut akan dikembalikan ke sebuah kelompok kapasitas transmisi yang tersedia selama alokasi pemanggil lainnya.

SWITCHING TELEPON DIVISI-WAKTU

Banyak dari peralatan pemindahan divisi waktu yang memperkerjakan dengan perusahaan telepon yang mengubah channel (saluran) yang berkapasitas tertentu sebagaimana dalam Gambar 26.2. Jalur datang Gambar 26.2 bisa merupakan sebuah PCM atau jalur transmisi digital. Ada keuntungan ekonomis yang jelas dalam pengelolaan pemindahan pemultipleksan-waktu dengan transmisi yang dimulti-



Gambar 26.4 Sistem telepon divisi-waktu sederhana.



Gambar 26.5. Sebuah organisasi unit pensaklaran divisi-waktu yang baik dari penanganan 800 perluasan telepon.

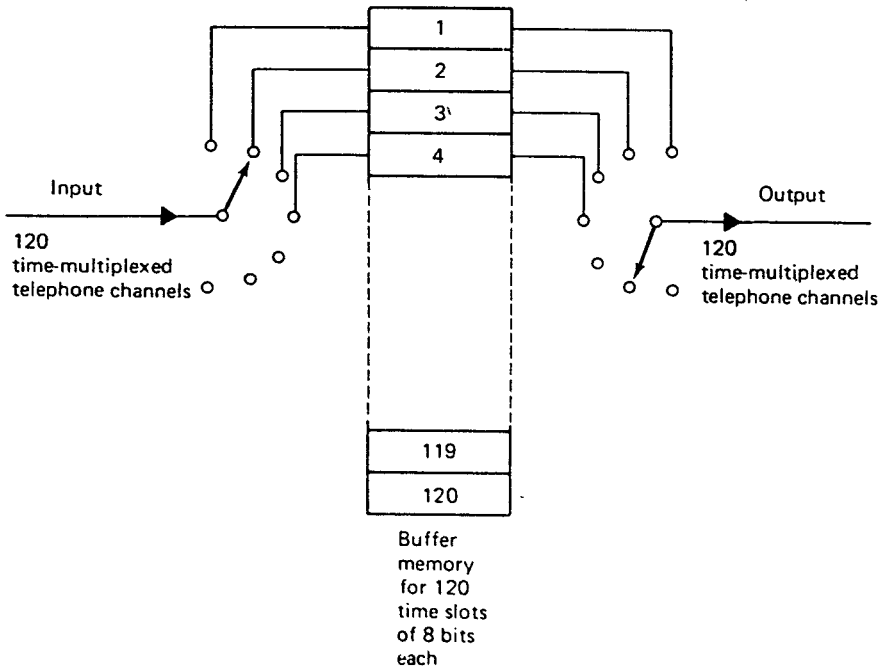
plekskan-waktu. Waktu-pemindahan yang dimultiplekskan juga digunakan untuk memindahkan channel yang masuk dan keluar saklar dalam sebuah bentuk yang non-multipleks. Gambar 26.4 menunjukkan merupakan waktu-dimultiplekskan dengan saklar nyala kepada sebuah bis cepat, dan arus hasil demultiplekskan dengan gerbang waktu secara akurat, sesuai dengan permintaan para pemakai.

Bilamana sebuah saklar seperti Gambar 26.4 itu memindahkan sinyal suara telephone, dan bukan data, tidak perlu secara lengkap mendigitkan suara. Memang, ini bisa ubah dalam bentuk pulsa yang menggambarkan harga-harga yang segera dari sinyal analog-pulsa PAM (Pulsa Amplitude Modulation) dari 17.2. Ada pulsa kedelapan seperti beberapa pulsa-pulsa PAM seperti akan ada bit-bit jika sinyal digitalkan secara lengkap; demikian juga, sebuah throughput yang lebih tinggi bisa ditangani dengan pinta-pinta (celah-celah).

Pemindahan divisi-waktu cukup berbeda dari pensaklaran konvensional yang mana sebuah jalur secara fisik dihubungkan secara permanen (disebut pensaklaran divisi-waktu). Sejumlah titik-titik saklar sangat lebih rendah. Jika ada garis N , kemudian titik saklar N diperlukan. Jika pada aturan lain garis-garis N akan dihubungkan secara fisik, yang kemudian titik-titik saklar N^2 memindahkan poin (titik) yang diperlukan. Gambar berikut dapat dikurangi dengan banyak tahap pengubahan dengan sejumlah interkoneksi bersama yang terbatas; jika tidak lebih dari satu yang kesepuluh dari garis-garis tersebut dibolehkan akan dihubungkan pada satu saat, $0,21 N^2$ titik saklar bisa digunakan. Dengan demikian, untuk sebuah saklar yang menghubungkan 100 jalur, pensaklaran divisi-waktu memerlukan 100 titik saklar, mengingat pensaklaran divisi ruang yang berbeda seperti memerlukan sedikitnya 2100 (Gambar 26.5).

DIHUBUNGKAN DENGAN TRUNKS (BATANG)

Bilamana transmisi digital dihubungkan, seperti dengan pensaklaran batang PCM, ini umumnya mempergunakan sebuah penyimpan tenaga. Gambar 26.6 menunjukkan semacam tenaga dengan 120 sel masing-masing sel bisa menampung 8 bit (satu contoh PCM). 120 panggilan telepon merupakan waktu-divisi yang dimultiplekskan. Celah waktu dari panggilan 1 yang datang dibaca ke dalam sel 1, celah waktu dari panggilan 2 yang datang dibaca ke dalam sel 2, dengan seterusnya. Isi dari sel-sel tersebut dibaca dalam sebuah rangkaian yang berbeda, tergantung pada instruksi pensaklaran-panggilan yang telah ditetapkan (bayar), dan merupakan waktu-yang dimultiplekskan pada channel out put. Dalam cara ini, celah



Gambar 26.6. Penggunaan sebuah memori tenaga untuk pensaklaran 120 sambungan telepon. 120 channel telepon channel telepon yang lebih besar yang akan dihubungkan kemudian tahap-tahap divisi-waktu dicampur dengan tahap-tahap pensaklaran divisi-ruang seperti dalam Gambar

waktu diubah antara jalur yang datang dan yang keluar. Penyimpanan tersebut harus menyesuaikan kepada perbedaan waktu dari contoh yang masuk dan, sebab mengerjakannya begitu, kadang-kadang dihubungkan seperti sebuah penyimpanan yang *elastis*.

Untuk menangani 120 panggilan dari 8000 contoh perdetik, sebuah pensaklaran waktu dari $1/(120 \times 8000)$ detik, atau kira-kira mikro detik yang diperlukan. Kecepatan pensaklaran dari circuitry biaya yang beralasan yang menentukan sebuah limit (batas) kepada jumlah panggilan yang bisa ditangani dengan unit perubahan celah waktu tunggal. Untuk mensaklar jumlah panggilan yang besar, beberapa unit semacam itu dipergunakan, dan panggilan yang keluar antara unit-unit tersebut harus disaklar sendiri. Unit pensaklaran sirkuit yang cepat dipergunakan untuk maksud ini (dihubungkan sebagai sebuah *pensaklaran divisi ruang*).

Saklar elektronik yang lebih besar dengan demikian terdiri dari sebuah kombinasi unit divisi-waktu dan divisi-ruang. Saklar digital yang menggunakan kedua pensaklaran divisi-ruang dan divisi waktu disebut saklar-saklar waktu-ruang-waktu.

ESS No. 4

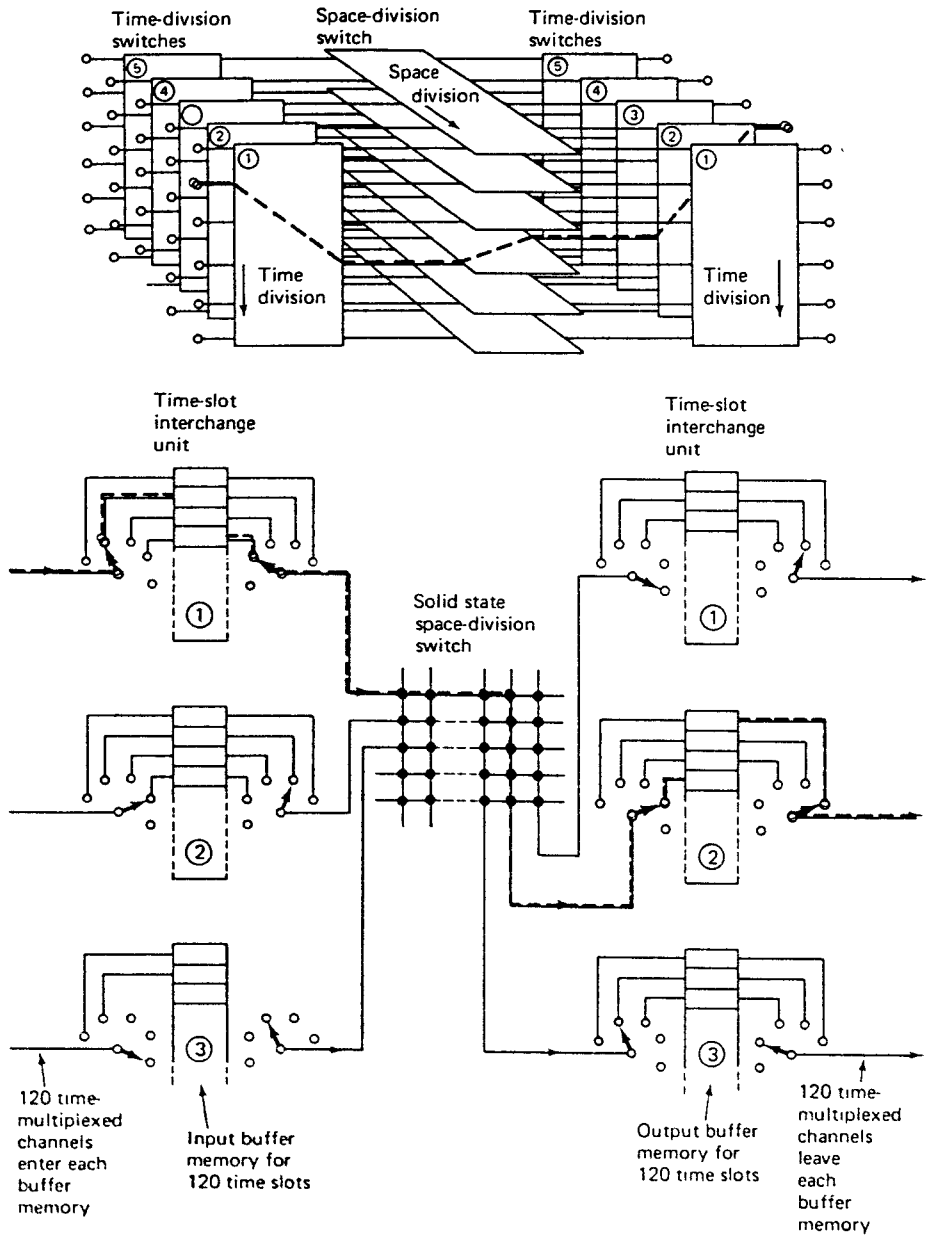
Ini adalah suatu cara operasi saklar kotak sistem bel, ESS No. 4 digambarkan dalam Gambar 26.7. Dalam ESS No.4, interval percobaan suara telepon dari 1/8000 detik lebih jauh dibagi lagi kedalam 128 celah waktu dari 0,977 micro detik (ms). Ini adalah waktu putaran dasar dari saklar. Dalam masing-masing 0,977 ms celah waktu, sebuah contoh PCM 8-bit diubah (dipindahkan) dari sebuah kotak masuk ke sebuah kotak keluar, dan contoh lainnya ditransfer dalam arah depan untuk memberikan percakapan dua cara. Satu unit pengubahan celah waktu, seperti celah waktu dalam Gambar 26.6 menangani 120 celah suara. Contoh 8-bit-an dari 120 celah suara ini dibaca ke dalam penyimpanan tenaga dan kemudian menyuarakannya pada jalur penyaluran yang tepat.

Beberapa dari unit pengubahan celah waktu ini diperkerjakan dalam paralel dan dihubungkan dengan sebuah saklar divisi-ruang, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 26.7. Desain lain dari saklar-saklar divisi waktu mempergunakan kombinasi yang berbeda dari divisi waktu dan divisi ruang.

Bilamana sebuah panggilan diterima dengan ESS No.4, pertama-tama sebuah program *Trunk-Hunt* digunakan, untuk mencari sebuah kotak bebas untuk tujuan yang diperlukan. Kemudian sebuah program *path-hunt* mencari jalan keluar dari beberapa jalan (jalur) yang mungkin (dalam ruang dan waktu) yang bisa menghubungkan dua kotak (batang). Perintah untuk setiap tahap pemindahan ditulis dalam sebuah memori pengulangan berputar dan membaca 8000 kali per detik untuk mengontrol inter-perubahan celah waktu ESS No.4 bisa menghubungkan lebih dari 100.000 kotak (trunks). Gambar 26.8 menunjukkan tempat ESS No.4.

CHANNEL YANG DICADANGKAN DAN YANG TIDAK DICADANGKAN

Dalam rencana divisi waktu yang dibahas begitu jauh, subchannel dicadangkan sebelum transmisi tersebut memerlukan tempat. Sebuah permintaan untuk sebuah subchannel dibuat dan celah-celah waktu yang perlu dialokasikan untuk subchannel tersebut. Arus celah waktu yang dialokasikan kemudian tidak bisa digunakan



Gambar 26.7. Switch (saklar) kotak ESS No.4 bisa menyambungkan panggilan antara lebih dari 100.000 kotak dengan sekumpulan saklar-saklar divisi waktu yang diinterkoneksi dengan sebuah saklar divisi ruang. Garis putus-putus yang digaris menunjukkan jalan dari sebuah panggilan kusus melalui pertukaran.



Gambar 26.8 Panel pengontrol dari ESS no.4, sebuah pertukaran pembagian waktu digital besar yang utama.

untuk setiap maksud lain sampai subchannel “putus hubungan”. Dengan transmisi data penuh, syarat (pesanan tempat) tersebut mungkin untuk sebuah periode waktu yang sangat pendek; Namun demikian, transmisi tersebut tidak bisa memulai sampai syarat (pesanan tempat) tersebut dibuat.

Bentuk lain dari divisi waktu adalah bahwa bukanlah reservasi yang dibuat. Bentuk pengoperasian ini cocok bilamana transmisi tersebut tidak memerlukan (tidak perlu) *terus-menerus*, tetapi bisa dihentikan tepat waktu dalam sebuah cara tidak sama. Contohnya, telepon dan televisi memerlukan pancaran (transmisi) yang terus-menerus. Transmisi data biasanya tidak perlu terus-menerus tetapi bisa meneruskan dalam ledakan-ledakan (*burst*), penyediaan bahwa mesin-mesin pemancaran dan penerimaan memiliki tenaga yang mana arus data bisa dipasang

dan tidak dipasang. Bilamana sebuah ledakan (burst) melintasi melewati suatu jaringan dan suatu reservasi yang tidak dibuat untuknya pada titik-titik pensaklaran, burst (ledakan) ini bisa diperlambat (ditunda). Burst ini perlu juga untuk bisa menyimpan ledakan (burst) tersebut pada titik pensaklaran sampai celah-celah waktu yang bebas yang burst tersebut bisa digunakan.

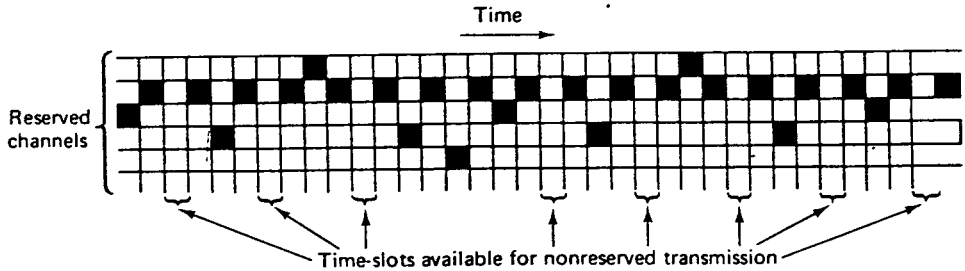
Divisi waktu dengan channel yang dicadangkan mungkin berkenaan seperti divisi waktu *serempak* (synchronous) sebab penggalan-penggalan dari panggilan tersebut cocok ke dalam celah waktu (preassigned) yang teratur. Divisi waktu non-cadangan bisa disebut *asynchronous* sebab bukan pola timing (pemberian waktu) yang tepat yang diperhatikan.

Dengan divisi waktu yang *synchronous*, celah-celah waktu yang mana sebuah panggilan yang memakan waktu menentukan dimana panggilan tersebut akan disambungkan (disaklarkan). Saklar tersebut harus diberi sebuah intruksi searah yang hanya sekali, pada awal panggilan tersebut. Dengan divisi waktu (asynchronous), masing-masing fragmen (penggalan suatu panggilan harus membawa alamat dari tujuannya), dan saklar tersebut diberi sebuah intruksi searah untuk setiap penggalan.

Pemindahan paket merupakan sebuah bentuk pensaklaran (pemindahan) divisi waktu (asynchronous). Pada jaringan pemindahan paket sekarang ini, seluruh channel yang dipak membawa paket-paket, dan bukan yang lain. Sinyal-sinyal kontrol adalah paket sinyal paket itu sendiri. Kemungkinan lain adalah mengintermixkan-celah waktu yang dicadangkan dan celah waktu non cadangan seperti paket-paket. Jika ini terjadi, keuntungan pensaklaran paket bisa dikombinasikan dengan kemampuan divisi waktu Synchronous untuk membawa transmisi yang *terus-menerus* seperti suara (lihat Bab 29 pada pemindahan (pensaklaran) paket).

DIVISI WAKTU SYNCHRONOUS DAN ASYNCHRONOUS YANG DIKOMBINASIKAN

Banyak sekali transmisi data yang merupakan subyek untuk mencapai puncak suku permintaan-permintaan, yang mana sangat lebih tinggi daripada suku rata-rata, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 5.1, rasio dari suku maksimum kepada suku rata-rata pada sistem interaktif yang seringkali melebihi 1000. Karena itu, sebuah operasi yang asynchronous seperti saklar paket lebih efisien daripada setiap rencana yang mengalokasikan subchannel berkapasitas tertentu yang terus-



Gambar 26.9 Kombinasi dari saluran cadangan untuk transmisi berkelanjutan dan lubang waktu yang tidak dicadangkan tersedia untuk transmisi yang tidak berkelanjutan.

menerus kepada setiap pemakai. Pada aturan lain, suara dan beberapa tipe transmisi lain memerlukan channel yang berkesinambungan; sehingga, jika sebuah sistem pensaklaran adalah untuk menangani keduanya, data dan suara, suatu bentuk pensaklaran yang mengkombinasikan divisi waktu yang synchronous dan asynchronous adalah diperlukan sekali.

Divisi waktu yang synchronous dan asynchronous bisa dikombinasikan juga dan suatu cara tertentu atau yang dinamis. Untuk mengkombinasikannya dalam suatu cara yang tertentu, satu channel atau lebih dalam sebuah sistem divisi waktu yang synchronous dapat dicadangkan untuk transmisi data atau operasi yang non-synchronous lainnya. Channel yang tertentu pada sistem divisi waktu bisa dicadangkan untuk pensaklaran paket sebagai contohnya.

Untuk mengkombinasikan operasi synchronous dan asynchronous dalam sebuah cara dinamis akan memerlukan khususnya peralatan pensaklaran. Peralatan ini akan memberi prioritas terhadap channel cadangan. Celah waktu adalah yang pertama dialokasikan ke channel yang dicadangkan dan setiap celah waktu yang hilang tersedia transmisi noncadangan. Gambar 26.9 menunjukkan sebuah kombinasi channel yang dicadangkan dan celah waktu adalah yang tersedia untuk penggunaan lain sebab channel tersebut tidak dicadangkan. Dan lagi untuk mendapat penyimpanan yang cukup untuk jumlah maksimum dari celah waktu cadangan, saklar tersebut harus memiliki penyimpanan untuk (queue) lalu lintas cadangan bilamana celah waktu tersebut tidak segera tersedia untuk channel ini.

Setiap celah waktu yang tidak dicadangkan dalam Gambar 26.9 harus membawa alamat dan informasi kontrol dengan celah waktu tersebut. Celah waktu harus cukup lama untuk celah waktu ini yang akan ekonomis beberapa ratus bit

dalam lamanya. Untuk memaksimalkan pemanfaatan channel tersebut, ada tiga prioritas yang bisa diamati:

- *Prioritas 1* : Channel yang terus-menerus (suara).
- *Prioritas 2* : Data interaktif dan data realtime.
- *Prioritas 3* : Batch atau data non bebas waktu.

Juga untuk memaksimalkan pemanfaatan channel ini, celah waktu dari ukuran yang berbeda bisa dipergunakan. Tidak ekonomis membagi masing-masing data kumpulan (batch data) ke dalam celah waktu yang kecil dengan informasi pengalamatan dan informasi kontrol, dan tidak ekonomis menaruh tanggapan (respon) interaktif yang singkat ke dalam celah waktu yang besar. Ada beberapa variasi yang mungkin dalam rincian rencana yang diungkapkan dalam prinsip dalam Gambar 26.9.

Bilamana penggabungan teknologi komputer dan telekomunikasi mengikuti bagian yang tidak bisa dihindarkannya, kita bisa berharap menemukan lebih banyak penggunaan dari pensaklaran dan transmisi divisi waktu yang ditentukan permintaan yang fleksibel. Dalam bab selanjutnya, kita lihat dalam lebih banyak rincian dari kantor sentral AT&T 5 ESS.