

14

Multiplexing

Semua media transmisi yang dibahas pada Bab 11 mempunyai kapasitas cukup besar untuk membawa lebih dari sebuah channel suara. Dengan kata lain, bandwidthnya jauh lebih besar daripada 3 kHz yang diperlukan untuk mentransmisikan suara manusia. Pada puncak skala, gelombang mikro dan rangkaian serat optik membawa ribuan channel suara; di bawahnya, setiap channel suara dapat dipecah menjadi 12 atau 24 channel telegraf (lihat tabel 14.1).

Bilamana suatu fasilitas ditata, misalnya matarantai hubungan gelombang mikro yang berbandwidth luas, sangatlah perlu untuk memanfaatkan bandwidth ini secara maksimal dengan cara memuatkan sebanyak mungkin channel suara ke fasilitas itu. Seringkali perlu kiranya untuk menyusun suatu saluran komunikasi dengan bandwidth yang selebar-lebarnya dan kemudian membagi bandwidth itu ke sebanyak mungkin penggunaanya. Banyak sinyal terpisah *dimultiplekskan* bersama sehingga sinyal tersebut dapat merambat sebagai sebuah sinyal melalui sebuah bandwidth tinggi.

Pada suatu sistem multipleks, dua atau lebih sinyal digabungkan sehingga dapat ditransmisikan bersama melalui sebuah kabel fisik atau saluran radio. Sinyal asli dapat berupa suara, video, data, atau tipe sinyal lainnya. Sinyal gabungan yang terjadi ditransmisikan melalui suatu sistem yang tinggi bandwidthnya sesuai. Bila sinyal itu diterima maka harus dipecah menjadi sinyal-sinyal terpisah sesuai dengan susunannya.

Tabel 14.1 Frekuensi yang digunakan untuk memecah suatu channel suara menjadi 24 channel telegraf, masing-masing 50 baud; Rekomendasi CCITT No. R.31.

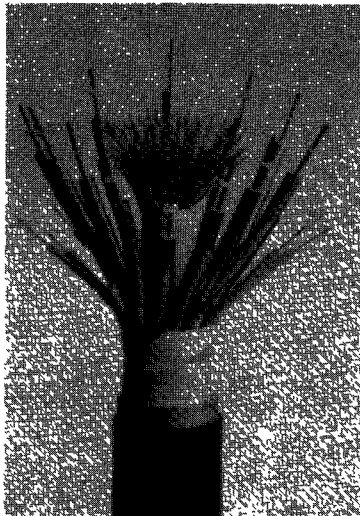
Nomer Channel	Frekuensi Rendah pada Band (Hz)
1	420
2	540
3	660
4	780
5	900
6	1020
7	1140
8	1260
9	1380
10	1500
11	1620
12	1740
13	1860
14	1980
15	2100
16	2220
17	2340
18	2460
19	2580
20	2700
21	2820
22	2940
23	3060
24	3180

Kata *pemultipleksan (multiplexing)* juga digunakan pada hubungan lain pada pemrosesan data. Sebagai contoh, *channel pemultipleksan* pada suatu komputer adalah channel yang padanya beberapa sarana dapat beroperasi pada saat bersamaan. Beberapa printer, atau sarana input/output lain, beroperasi secara serentak, dan bit yang dikirim ke atau diterima dari peralatan itu saling dicampurkan saat bit tersebut merambat di sepanjang channel tunggal.

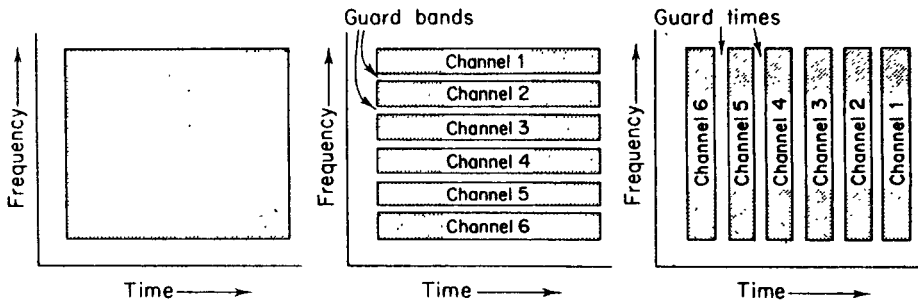
Secara umum, kata *pemultipleksan* berarti penggunaan sebuah fasilitas untuk menangani beberapa operasi terpisah tetapi serupa secara serentak. Dalam bahasa

telekomunikasi, ini berarti penggunaan sebuah saluran telekomunikasi untuk menangani beberapa channel suara atau data. Multiplexing tidaklah mustahil karena operasi yang dimultipleks-kan berlangsung pada kecepatan yang jauh lebih lambat daripada kecepatan pengoperasian fasilitas tersebut. Multiplexing adalah faktor kunci dalam pemanfaatan saluran telekomunikasi yang ada secara efektif.

Sebagaimana yang akan kita bahas nanti, channel komunikasi umumnya dikelompokkan dalam “paket” yang mengisi bandwidth yang tersedia dalam berbagai tipe perusahaan. Duabelas channel suara dapat dimultiplekskan bersama-sama, misalnya, sehingga membentuk sebuah sinyal yang berbandwidth 48 kHz. Sebagian besar perusahaan telekomunikasi dibangun untuk menangani bandwidth ini. Media transmisi lain menangani bandwidth yang jauh lebih tinggi daripada ini; lima buah saluran 48 kHz dapat dimultiplekskan untuk mengisi fasilitas bandwidth sebesar 240 kHz. Dalam hal ini sinyal channel suara asli telah melewati dua proses pemultipleksan. Sinyal tersebut mungkin melewati lebih dari dua proses. Sepuluh buah saluran 240 kHz mungkin akan bertemu pada suatu titik dimana sinyal-sinyal itu dimultiplekskan bersama-sama untuk merambat pada fasilitas berbandwidth 2400 kHz (sebenarnya lebih



Gambar 14.1 Space division multiplexing. Duabelas satuan koaksial dikelompokkan menjadi sebuah kabel. Setiap unit koaksial membawa 1800 channel suara satu arah yang digabungkan dengan frequency division multiplexing. Keseluruhan kabel membawa sekitar 11.000 channel suara dua arah, atau yang sederajat.



Gambar 14.2. (kiri) Spasi yang tersedia untuk komunikasi. (tengah) Frequency-division multiplexing. (kanan) Time-division multiplexing.

tinggi karena pengemasannya tidak 100 persen efisien). Namun demikian kembali tiga dari “paket” ini mungkin menempati sebuah bandwidth 8 MHz. Dengan demikian saluran berkapasitas tinggi dapat dibuat dengan cara memultipleks sejumlah besar channel yang, oleh mereka sendiri, dikelompokkan bersama-sama tingkat demi tingkat.

Sinyal asli mungkin akan melewati banyak tingkat pemultipleksan dan demultipleksing yang setara. Jadi ini dilakukan oleh sejenis proses konversi elektronik sebelum sinyal itu akhirnya tiba di tujuannya, hanya sedikit kelemahan untuk banyak perubahan ini.

TIGA BUAH METODE MULTIPLEXING

Ada tiga buah metode pentransmisiian lebih dari sebuah sinyal melalui sebuah jalur lintasan: space-division multiplexing, frequency-division multiplexing, dan time-division multiplexing. *Space-division multiplexing* (pemultipleksan dengan cara membagi ruang) adalah penggabungan lebih dari sebuah jalur lintasan transmisi fisik. Kabel wire-pair, sebagai contoh, tersusun atas beratur-ratus pasangan kawat (Gambar 11.4). Kabel koaksial berisi 20 tube atau lebih, seperti nampak pada Gambar 14.1, yang memberikan bandwidth total tinggi.

Frequency-division multiplexing dan *time-division multiplexing* adalah teknik alternatif untuk memecah suatu jalur lintasan fisik tunggal. Informasi yang harus ditransmisikan dapat dianggap menempati sebuah rangkaian kesatuan berdimensi dua yaitu frekuensi dan waktu, seperti yang diilustrasikan pada bagian kiri Gambar

14.2. Kuantitas informasi yang dapat dibawa adalah sebanding dengan periode waktu yang digunakan dan dengan wilayah frekuensi, yaitu bandwidth, yang digunakan. Bila kuantitas informasi yang diperlukan dari sebuah channel adalah kurang dari yang dapat dibawa oleh fasilitas itu, maka sruang yang tersedia dapat dibagi baik menurut “petak-petak” waktu atau frekuensi, seperti pada Gambar 14.2 (tengah dan kanan).

Pada masing-masing kasus, keterbatasan rekayasa dari sarana yang digunakan membuat petak-petak itu tidak dapat dikemas secara rapat. Pada pembagian frekuensi (*frequency division*), suatu *guard band* (*band penjaga*) diperlukan di antara frekuensi yang digunakan untuk memisahkan channel, dan pada *time division*, suatu *guard time* (*waktu penjaga*) diperlukan untuk memisahkan petak-petak waktu. Tumpukan-tumpukan tidak dapat dipotong tanpa suatu serbuk gergaji. Bila *guard band* atau *guard time* dibuat terlalu kecil, pengeluaran untuk peralatan akan meningkat tidak sebanding dengan keuntungan yang diperoleh.

FREQUENCY-DIVISION MULTIPLEXING (MULTIPLEXING BERDASARKAN PEMBAGIAN FREKUENSI)

Contoh yang tidak asing lagi pada multiplexing frekuensi adalah siaran radio. Sinyal yang diterima oleh pesawat radio domestik memuat berbagai program yang merambat bersama tetapi menempati frekuensi berbeda-beda pada bandwidth radio. Pembicaraan dan bunyi-bunyi dari setiap stasiun radio *memodulasikan* suatu pembawa frekuensi yang dialokasikan untuk stasiun itu, yaitu modulasi amplitudo digunakan untuk pemancar AM dan modulasi frekuensi untuk pemancar FM. Rangkaian “tuning” pada pesawat radio memungkinkan sinyal semacam itu dipisahkan dari yang lainnya.

Multiplexing perbagian frekuensi pada saluran telepon pada dasarnya adalah serupa. Sinyal, misalnya suara manusia, digunakan untuk memodulasikan suatu pembawa yang mungkin mempunyai frekuensi yang jauh lebih tinggi. Jadi sinyalnya menempati lebar gelombang yang relatif sempit, yang merupakan bagian dari bandwidth yang jauh lebih lebar yang ditransmisikan. Sinyal lain memodifikasi frekuensi pembawa yang dispasikan satu sama lain dengan interval yang ada, misalnya 4 kHz. Pembawa yang termodulasi ini semuanya dikuatkan dan ditransmisikan melalui channel itu. Spasi antar frekuensi ini agak lebih besar daripada

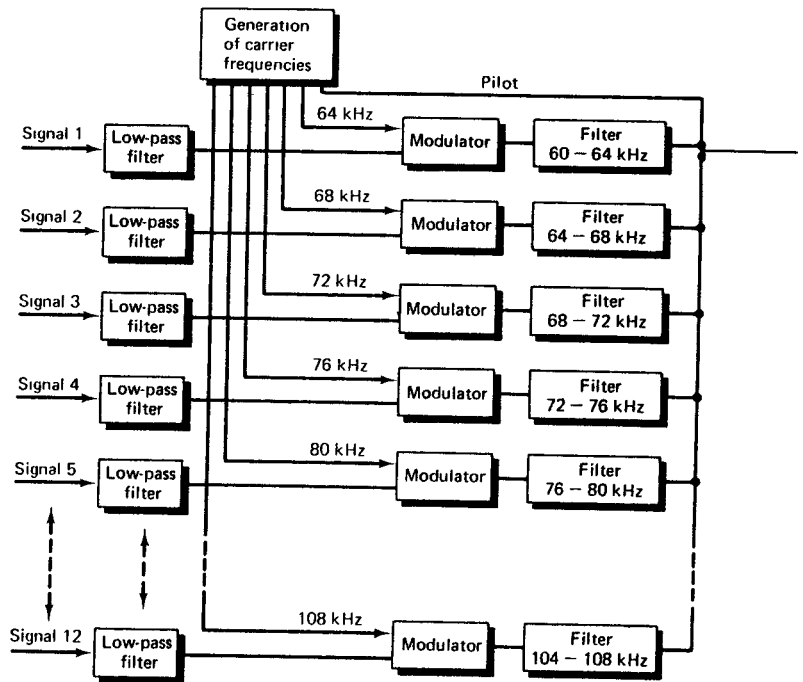
bandwidth yang diperlukan untuk mentransmisikan sinyal tersebut. Ini diilustrasikan pada Gambar 10.3.

Gambar 14.3 mengilustrasikan pokok-pokok peralatan untuk multiplexing berdasarkan perbagian frekuensi. Di sini, 12 sinyal, yang masing-masing membutuhkan bandwidth yang tidak lebih dari 4 kHz, digabungkan sehingga dapat dikirimkan bersama-sama melalui sebuah channel fisik.

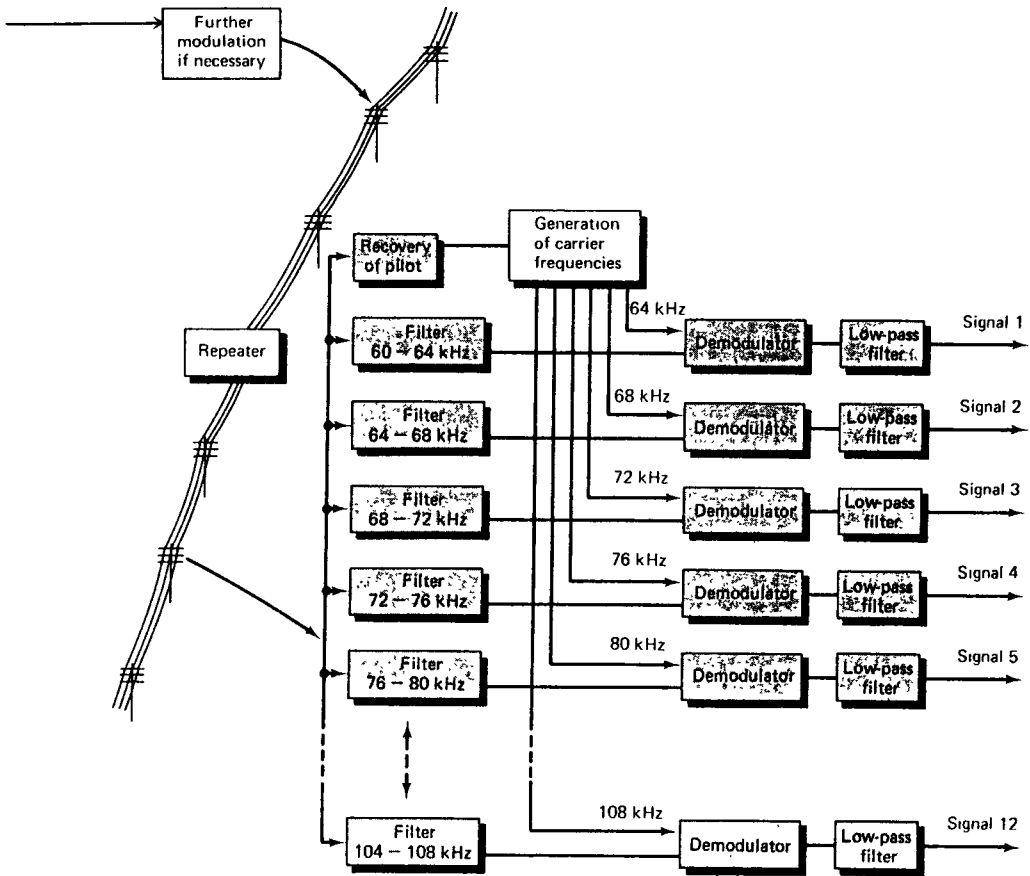
Pada ujung pengirim ada 12 buah modulator dan, pada ujung penerima ada 12 demodulator. Sebenarnya modulator dan demodulator ini digabungkan menjadi 12 buah unti tunggal agar transmisi dua arah dapat berlangsung. Untuk mudahnya, Gambar 14.3 hanya mengilustrasikan transmisi satu arah. Sinyal melewati 12 buah low-pass filter untuk memindahkan setiap komponen berfrekuensi tinggi dan selanjutnya digunakan untuk memodulasikan 12 buah sinyal pembawa yang terpisah-pisah, yang masing-masing sebesar 4 kHz. Frekuensi yang terjadi dari setiap proses modulasi harus dibatasi pada band milik si sinyal. Bila sinyal tersebut meluap ke band yang ditempati oleh sinyal lain, sinyal itu tidak akan dipisahkan dengan benar pada ujung penerima. Seperti nampak pada Bab 13, proses modulasi — apakah itu modulasi amplitudo, frekuensi, atau pun modulasi fase — menghasilkan komponen yang tersebar di suatu wilayah frekuensi yang lebih luas daripada frekuensi dari sinyal aslinya. Modulasi frekuensi dan modulasi fase menyebarkan produknya pada spektrum yang luas (Gambar 13.9, 13.10, 13.14). dengan demikian, hasil keluaran (output) dari setiap modulator harus difilter lagi untuk mencegah penginterferensian antar mereka. Bandpass filter digunakan untuk membatasi setiap sinyal pada band 4 kHz yang terlokasikan yang nampak.

Bila sinyal diterima, maka berlangsunglah proses konversi. Duabelas buah bandpass filter hanya membiarkan sebuah sinyal lewat, seperti yang terlihat. Ini kemudian menuju ke 12 rangkaian pendemodulasian, dan sinyal aslinya dipulihkan.

Yang dikehendaki adalah agar 12 frekuensi pembawa yang digunakan untuk pemodulasian ini benar-benar dipisahkan menjadi 4 kHz dan frekuensi yang digunakan untuk pendemodulasiannya adalah *identik*. Karena kita mengemas sebanyak mungkin sinyal terpisah yang dapat dilaksanakan menjadi sebuah channel fisik, maka kemungkinan terjadinya kesalahan dalam frekuensi yang digunakan hanyalah kecil. Oleh sebab itu semua frekuensi pembawa dapat dihasilkan dari sumber yang sama. Pada Gambar 14.3 digunakan gelombang sinus untuk menghasilkan pembawa pada 60, 64, 68 kHz, dan sebagainya. Frekuensi acuan adalah sumber pembawa yang dapat ditransmisikan di sepanjang 12 channel itu sehingga



Gambar 14.3. Frequency-division multiplexing (multiplexing berdasarkan pembagian frekuensi): sebuah diagram yang mengilustrasikan aturannya.



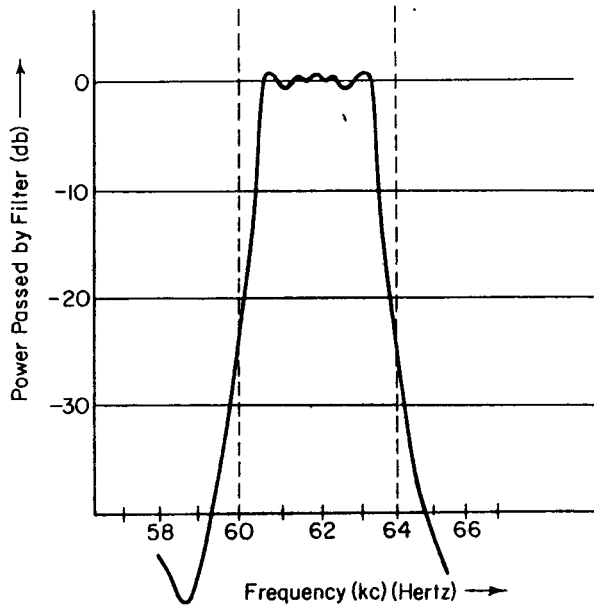
frekuensi ini dapat digunakan untuk mengontrol frekuensi yang digunakan untuk pendemodulasian di ujung lainnya, sebagaimana terlihat.

Frekuensi referensi yang ditransmisikan disebut *pilot*. Penyebaran pembawa yang diperlukan untuk memodulasi dan mendemodulasi adalah sederhana bila semua ini dihubungkan secara harmonis dengan pilotnya. Bila pembawa yang digunakan untuk demodulasi agak berbeda frekuensinya dengan yang digunakan untuk modulasi, maka akan menimbulkan distorsi sinyal dan *frequency offset* (*offset frekuensi*). *Frequency offset* adalah gangguan dalam penransmisian musik. Suatu nada dan harmoninya dioffset dengan jumlah yang sama sehingga harmoni tersebut tidak lagi merupakan perkalian dari frekuensi dasar. Ini menimbulkan musik “*enharmonis*” yang di dalamnya distorsi secara khusus dapat dikenal.

Bila modulasi telah berlangsung sebagaimana yang disebutkan, band 12 sinyal yang terjadi masih tidak dapat sesuai untuk saluran transmisi tersebut. Saluran itu dapat dirancang untuk membawa wilayah frekuensi yang berbeda-beda, yang dalam hal ini band bentukan terbaru dapat diubah *sebagai suatu satuan* untuk keperluan band frekuensi. Dengan kata lain, ini harus mengalami proses modulasi lebih lanjut. Demikian pula, ini dapat digabungkan dengan kelompok sinyal lain yang serupa sehingga sejumlah kelompok menempati bandwidth yang masih lebih luas. Kita mempunyai multiplexing pada multiplexing.

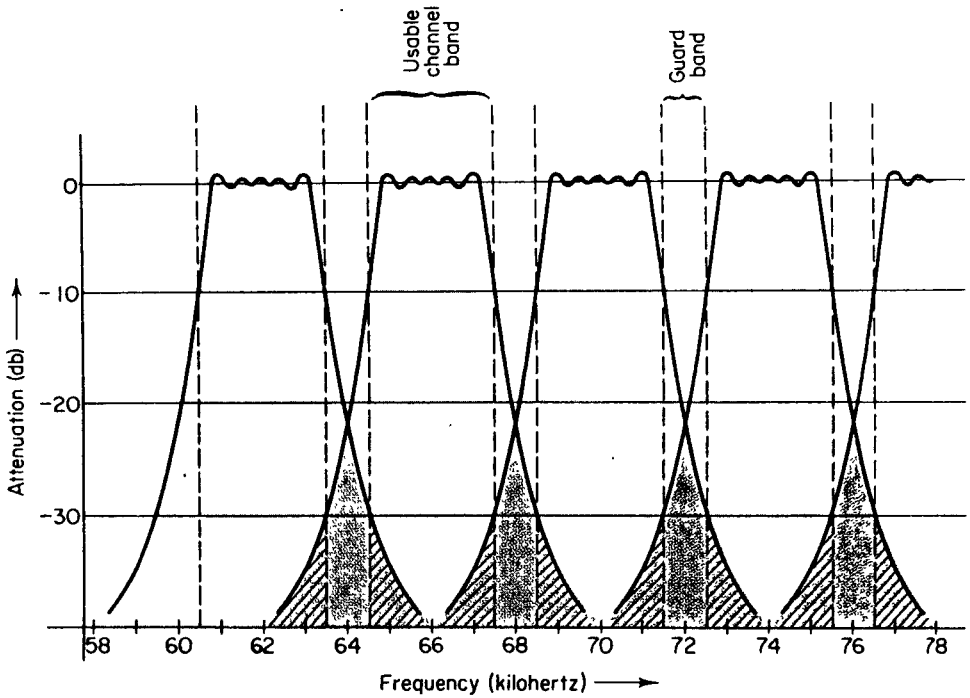
Agar penggunaan bandwidth menjadi efisien, satu set sideband yang timbul dari proses modulasi biasanya dipindahkan. Inilah modulasi “sideband yang dipadatkan”, sebagaimana digambarkan pada Gambar 13.3. Sayangnya, filter yang dapat dikonstruksikan dengan biaya yang wajar tidak memiliki potongan yang tajam di tepi band frekuensi yang mereka lewati. Malahan, penurunan (*attenuasi*) nya berbeda frekuensinya dengan suatu cara yang agak mirip dengan yang diilustrasikan pada Gambar 14.4. Kurva ini akan berhubungan dengan pemfilteran band 4 kHz setelah pemodulasian pembawa pada 64 kHz, atau kurang sedikit dari itu.

Bilamana beberapa proses pemfilteran semacam ini dikemas bersama-sama, hasilnya akan seperti yang terlihat pada Gambar 14.5. Akan terlihat bahwa band yang filter lewati *beroverlapping* dalam wilayah *attenuasi* tinggi. Untuk menguranginya, skema multiplexing menetapkan suatu “*guard band*” sebagaimana terlukis, dan sistemnya dirancang sedemikian rupa sehingga sejauh mungkin data yang diperlukan itu hanya menempati frekuensi yang nampak di antara garis putus-putus. Bandwidth yang berguna untuk setiap channel dalam ilustrasi ini agak kurang dari 4 kHz.



Gambar 14.4 Karakteristik suatu filter yang menggunakan bandwidth 4 kHz.

Bahkan pada suatu guard band masih tetap ada suatu interferensi beramplitudo rendah, yang diilustrasikan sebagai bagian gelap pada Gambar 14.5. Sistemnya harus dirancang sedemikian rupa sehingga silang cakap (crosstalk) ini cukup rendah sehingga tidak menyebabkan gangguan atau, bila mungkin, tidak akan terlihat. Guard band atau penumpukan (overlapping) kurva penurunan filter menyebabkan total bandwidth yang berguna akan kurang dari total bandwidth medium transmisi. Perbandingannya adalah: Perbandingan tersebut di atas kadangkala disebut *efisiensi frekuensi* sistem. Kita dapat menemukan bahwa pada sebuah bandwidth sebesar 48 kHz kita mengemas 12 channel, tetapi bandwidth yang dapat digunakan masing-masing hanya sekitar 3400 Hz. Maka efisiensi frekuensinya adalah $(12 \times 3400)/48.000 = 0,85$. Akan terlihat bahwa efisiensi frekuensi pertama-tama tergantung pada lebar guard band dan, dengan demikian, pada karakteristik filter dan, kedua, pada tingkat penyebaran produk modulasi di frekuensi. Sebagai contoh, bila kita mentransmisikan baik set-set sideband maupun modulasi frekuensi yang digunakan dengan sebuah indeks modulasi yang menebarkan produknya pada suatu wilayah frekuensi luas, kita akan meningkatkan bandwidth yang diperlukan



Gambar 14.5 Karena filter tidak mempunyai potongan lurus pada tepi band yang mereka lewati, channel yang digunakan harus dipisahkan oleh suatu guard band. Meskipun demikian masih ada sedikit silang cakap (crosstalk) seperti yang digambarkan dengan daerah gelap. Impuls noise beramplitudo tinggi pada sebuah channel akan membuat dirinya sendiri terasa dalam channel yang melekat.

untuk masing-masing channel, sehingga menurunkan efisiensi frekuensi proses multiplexing.

$$\frac{\text{total bandwidth yang berguna bagi}}{\text{total bandwidth medium transisi}}$$

Untuk memultipleks, maka medium transmisi yang digunakan harus linier. Distorsi frekuensi amplitudo atau penundaan fase pada medium secara keseluruhan akan memiliki dampak serius pada channel individual yang ditransmisikan. Equalizer (perata) diaplikasikan lebih pada keseluruhan transmisi daripada channel individual. Penguat (amplifier) dan, bila memultipleks tingkat lebih tinggi,

modulator yang beroperasi pada kelompok channel harus dibuat dengan linearitas yang baik.

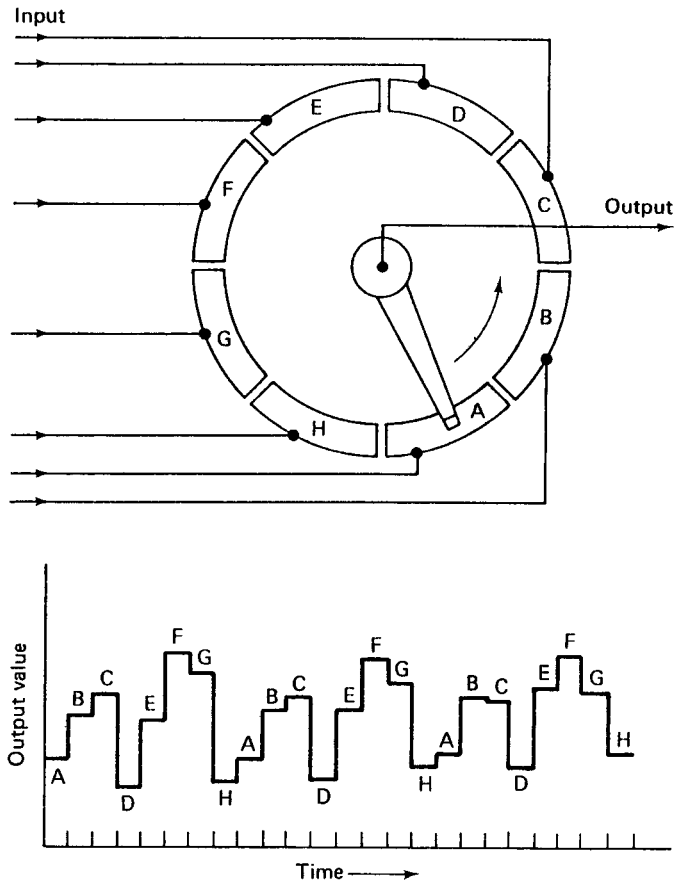
Meskipun transmisi kelompok ini diratakan dengan seksama, dampak filter pada channel individual adalah memproduksi distorsi frekuensi amplitudo melalui band channel. Ini dapat dilihat pada Gambar 14.5.

Nilai ekonomis multiplexing sebagian terjadi dari fakta bahwa sebuah repeater menguatkan banyak channel. Pada Gambar 14.3, semua frekuensi dari 60 sampai dengan 108 kHz bersama-sama dikuatkan. Bila tidak menggunakan multiplexing, maka akan diperlukan repeater tersendiri untuk setiap channel. Ini menghemat pengeluaran, terutama pada transmisi jarak jauh yang memerlukan banyak repeater.

Secara skematis Gambar 14.3 menunjukkan transmisi yang hanya satu arah. Pada sistem sesungguhnya, transmisi-dua-arahlah yang perlu. Pada setiap ujung saluran diperlukan modulator dan demodulator, dan ini bisa jadi memiliki beberapa rangkaian biasa, khususnya oscilator. Trunk yang membawa banyak sinyal dengan cara ini biasanya berupa jalur empat kawat (lihat Gambar 8.2). Ini mungkin berupa empat kawat ekuivalen yang sebenarnya menggunakan dua kawat. Frekuensi di bawah 60 kHz pada Gambar 14.3 dapat digunakan pentransmisi dalam arah sebaliknya. Dua arah transmisi ini dengan demikian bersama-sama dimultiplekskan sehingga merambat pada dua kawat yang sama namun dalam frekuensi yang berbeda. Frequency-division multiplexing juga digunakan pada broadband jaringan wilayah lokal (local area network). Dalam hal ini berbagai sinyal termultipleks dapat berupa berbagai tipe traffic, suara, data berkecepatan tinggi, atau video, semuanya dibawa pada kabel koaksial yang sama. Ini dibahas lebih mendalam pada Bab 27.

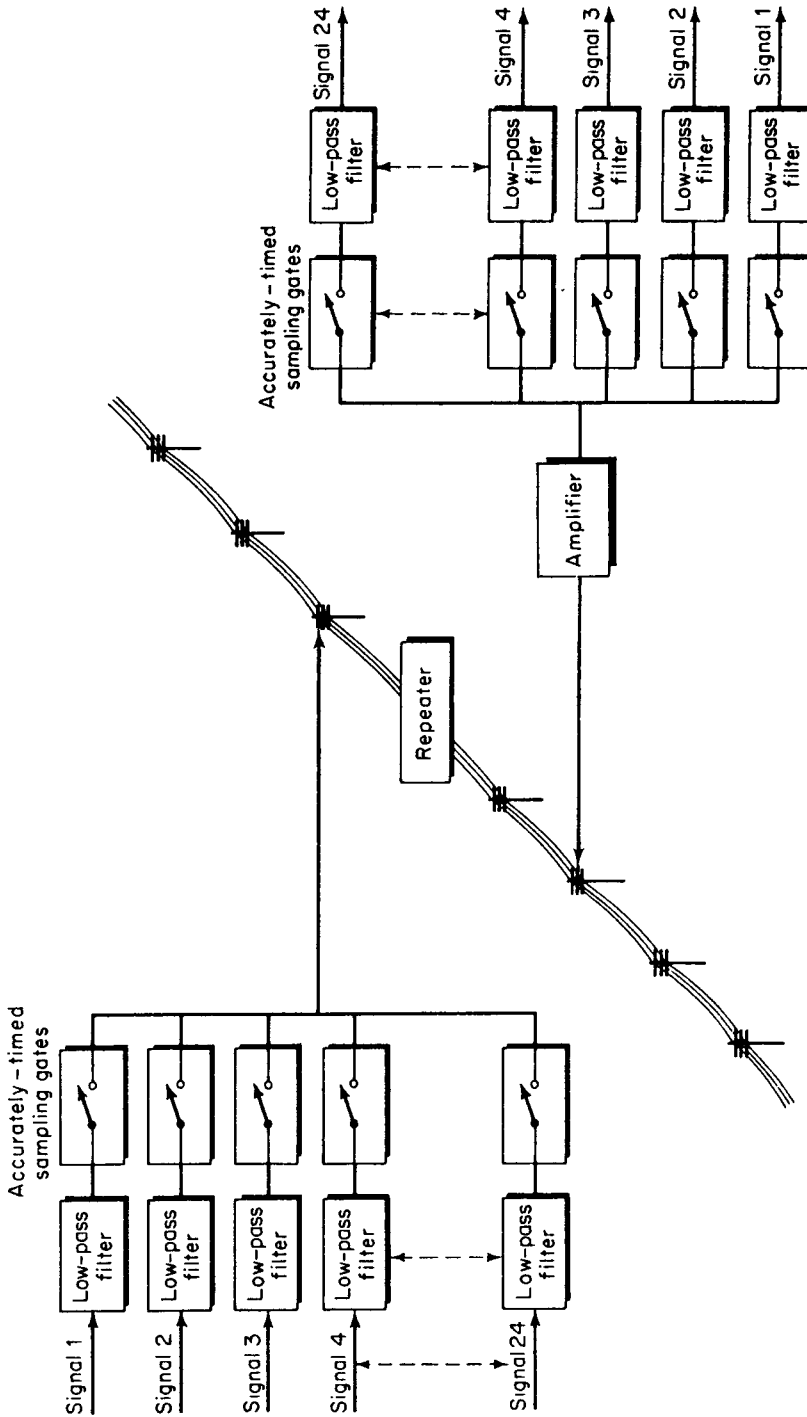
TIME-DIVISION MULTIPLEXING (MULTIPLEXING BERDASARKAN PEMBAGIAN WAKTU)

Alternatif utama untuk frequency-division multiplexing adalah *time-division multiplexing*. Di sini waktu yang tersedia dibagi menjadi slot kecil, dan tiap slot ini ditempati oleh salah satu sinyal yang harus dikirim. Perangkat multiplexing mencan sinyal input dengan cara perputaran. Hanya sebuah sinyal menempati channel pada satu ketika. Dengan demikian ini sangat berbeda dengan multiplexing frekuensi yang sinyal-sinyalnya dikirimkan pada saat bersamaan tetapi band frekuensinya berbeda-beda.



Gambar 14.6 Komutator dapat digunakan sebagai bentuk sederhana dari time-division multiplexing.

Multiplexing berdasarkan pembagian waktu ini dapat dianggap seperti gerakan sebuah komutator. Perhatikan komutator yang disketsakan di Gambar 14.6. Secara mekanis lengan kemudi sarana ini dapat digunakan untuk menyampel hasil dari delapan instrumen. Seandainya harga voltase dari instrumen itu tidak bervariasi terlalu cepat dibandingkan dengan waktu rotasi lengan tersebut, input individu dapat direkonstruksi dari campuran sinyal itu. Sarana semacam ini digunakan dalam pengukuran jarak jauh (telemetering). Untuk memisahkan sinyal saat sinyal itu diterima, komutator yang serupa dengan yang digambarkan tersebut dapat digunakan tetapi input dan outputnya terbalik. Komutator penerima harus disin-



Gambar 14.7 Time-division multiplexing sinyal analog yang disampel. Pada prakteknya sinyal itu biasanya disandi secara digital sebelum pentransmisian, seperti yang dibahas pada Bab 16.

kronkan secara tepat dengan komutator pentransmisi. Sarana multiplexing waktu yang kita jumpai pada telekomunikasi saat ini adalah sarana elektronik dan kecepatannya jauh lebih tinggi tetapi pada prinsipnya serupa dengan komutator.

Oleh karena frequency-division multiplexing secara alami terpasang di dunia sinyal analog, time-division multiplexing telah lama menggunakan sinyal digital. Di berbagai jenis peralatan bit-bit dari berbagai arus bit diberi sela sehingga sinyal bersama-sama merambat melalui jalur fisik tunggal. Channel multipleksor komputer, misalnya, menyelakan aliran bit dari sarana yang melekat padanya.

Bila sinyal-sinyal analog harus dimultiplekskan berdasarkan pembagian waktu, sinyal tersebut harus *disampel*. Pensampelan dapat dilakukan dengan menggunakan serangkaian tombol yang diatur waktunya dengan tepat atau gerbang sampling (sampling gate), ditunjukkan secara skematis pada Gambar 14.7. Di sini sinyal pertama-tama diletakkan melalui low-pass filter yang membatasinya pada 4 kHz atau sedikit di bawahnya. Selanjutnya sinyal tersebut disampel dengan cara melewatkannya melalui serangkaian gerbang yang terbuka selama kurun waktu singkat. Pada terminal penerima proses pembalikan berlangsung. Sinyal itu dikuatkan oleh penguat daya wideband, yang meningkatkannya ke tingkat sinyal aslinya. Selanjutnya sinyal itu kembali melewati serangkaian gerbang sampling yang diatur waktunya dengan akurat. Gerbang ini memisahkan sinyal. Low-pass filter pada setiap channel kemudian memadukan sampel itu, dan sinyal asli, atau paling tidak sebagian diantaranya di bawah 4 kHz, dipulihkan.

Jelas sekali ada masalah dalam hal ini. Sampling gate harus membuka dan menutup dengan pasti pada waktunya seketika itu juga. Gerbang di ujung penerima harus secara pasti berhubungan gerbang di ujung pengirim dan harus memikirkan setiap penundaan transmisi. Selain itu, karena pulsa cenderung agak tersebar sewaktu merambati jalur, sampel tidak dapat dipak erat-erat bersama-sama. *Guard time* diperlukan di antara mereka. Selain daripada itu, menetapkan suatu sinkronisasi adalah perlu, agar terminal penerima dapat mengidentifikasi pulsa mana yang benar-benar pulsa.

Pada Bab 16 kita membahas bagaimana time-division multiplexing digunakan pada jaringan digital.

TASI

TASI adalah teknik yang digunakan pada jalur transatlantik dan jalur lain yang sangat jauh, yakni saluran multipleks berdasarkan pembagian frekuensi untuk

mempak percakapan suara ekstra ke dalam saluran berharga mahal ini. Ini disebut *time assignment speech interpolation (TASI)*.

Pada suatu saluran yang membawa suatu percakapan, kedua belah bagian umumnya tidak berbicara secara bersamaan dan selama beberapa saat diantara total waktu penyambungan tidak ada seorang pun berbicara. Saluran jarak jauh biasanya berupa jalur empat kawat; maka setiap jalur satu arah hanya digunakan sekitar 45 persen dari keseluruhan waktu. Dengan kata lain, dari 100 pembicara, hanya kira-kira 45 orang diantaranya yang berbicara secara simultan. TASI bertujuan untuk menggunakan kurang dari 100 channel untuk membawa 45 suara ini. Ada suatu penyebaran mengenai rata-rata ini; sehingga tidak dapat dicukupi hanya dengan 45 buah channel. Ada kemungkinan bahwa hampir semua pembicara pada satu ketika berbicara di arah yang sama. Namun karena jumlah pembicara semakin besar, rasio pembicara dengan channel yang diperlukan akan mendekati $1/0,45$.

Perangkat TASI dirancang untuk mendeteksi pembicaraan pengguna dan menetapkan channelnya sekian mili detik setelah dia mulai berbicara. Sejumlah kata pertama yang hampir tidak terdeteksi pun hilang. Dia tetap memakai channel itu sampai dia berhenti berbicara; beberapa saat kemudian, bila channelnya diperlukan untuk pembicara lain, ini akan disingkirkan. Bila volume traffiknya tinggi, jalur si pembicara akan disingkirkan saat ia berhenti sejenak di tengah kalimat dan, saat ia mengucapkan kata-kata berikutnya, diberikan jalur lain. Sebaliknya, bila hanya ada sedikit pengguna, dia akan tetap berada di lintasannya. TASI kadangkala dapat didengar sedang beroperasi oleh seorang pengguna bila dia mengetahui apa yang didengarnya. Pada kabel transatlantik, jalurnya relatif sedikit, dan seorang pemanggil pada waktu puncak dapat mendeteksi sedikit perubahan pada penguatan noise, yang menunjukkan bahwa sebuah channel telah diberikan sebagian yang dipanggil pada jeda waktu untuk menangkap kata berikutnya. Meskipun sedikit namun jelas ada kesempatan bahwa rangkaian TASI akan tidak mampu menemukan lintasan yang cukup bebas dan untuk beberapa saat, ada kata-kata yang hilang.