

**KAJIAN TERHADAP PENUKARAN DATA SUARA KEPADA  
DATA DIGITAL**

**NORAISAH MOHAMAD**



**UNIVERSITI MALAYSIA SARAWAK  
1997**

TK  
7887.6  
N822  
1997



Tesis ini telah dibaca dan disahkan oleh:



-----  
Dr. Mohamad Kadim Suaidi  
Penyelia

16/10/97

-----  
Tarikh



**KAJIAN TERHADAP PENUKARAN DATA SUARA KEPADA  
DATA DIGITAL**

**NORAISAH MOHAMAD**

Tesis Dikemukakan Kepada  
Fakulti Kejuruteraan, Universiti Malaysia Sarawak  
Sebagai Memenuhi Sebahagian daripada Syarat  
Penganugerahan Sarjana Muda Kejuruteraan  
Dengan Kepujian (Kejuruteraan Elektronik dan Telekomunikasi)  
1997

**Tesis ( Ijazah Pertama )**

**Tesis Dikemukakan Kepada  
Fakulti Kejuruteraan, Universiti Malaysia Sarawak  
Sebagai Memenuhi Sebahagian daripada Syarat  
Penganugerahan Sarjana Muda Kejuruteraan  
Dengan Kepujian (Kejuruteraan Elektronik dan Telekomunikasi)  
1997**

**Untuk ibu tersayang dan ayah (dalam kenangan)**

## **PENGHARGAAN**

Penulis ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia tesis, Dr. Mohamad Kadim Suaidi atas bimbingan dan perbincangan yang diberikan sepanjang tempoh penyelidikan tesis ini.

Terima kasih diatas bantuan daripada En.Wan Abu Bakar, yang telah sedaya-upaya beliau menyediakan segala peralatan yang diperlukan.

Penghargaan juga diberikan kepada sesiapa yang secara langsung atau tidak langsung membantu dalam penyelidikan ini, terutamanya rakan-rakan di Fakulti Teknologi Maklumat.

## **ABSTRAK**

Projek ini bertujuan untuk membina satu sistem pendigitan dan penyahdigitan suara bagi satu sistem penghantaran melalui satu sistem rangkaian komputer. Sebagai permulaan, penghantaran suara melalui rangkaian komputer yang mudah yang terdiri daripada dua buah komputer peribadi jenis XT dikaji. Data suara yang hendak dikod diambil dari gagang telefon dan ditukar kepada bentuk bit perduaan oleh sistem pendigitan suara. Maklumat terkod kemudian disimpan dalam ingatan komputer. Seterusnya suara terkod itu dihantar kepada penerima melalui kabel RS232-C.

Pada hujung penerima, suara terkod digit dibaca dari ingatan dan ditukar semula ke bentuk analog oleh sistem penyahdigitan suara. Pada masa akan datang, projek ini akan dikembangkan dan digunakan bagi komunikasi dalam rangkaian pensuisan bingkisan (Packetized Switching System Network) melalui talian Ethernet Gelang.



## **ABSTRACT**

This project is done to study a voice encoder and decoder system used for a computer network's transmission system. In the beginning, research on voice transmission between two IBM XT personal computer using RS232-C cable will be taken from the telephone set and transformed into a binary form. The binary file is then stored in the memory before transmitted through RS232 cable.

At the receiver, the coded file is read from the memory and transferred to the digital form by the decoder system. In the future, this project can be applied to the packetized Switching System Network through the Ethernet loop.

## KANDUNGAN

SENARAI JADUAL	ix
SENARAI RAJAH	x
SENARAI HujungAN	xii

<b>Bab</b>		<b>Halaman</b>
<b>1</b>	<b>Pengenalan</b>	<b>1 - 4</b>
	1.1 Pengenalan	
	1.2 Pilihan rekabentuk rangkaian	
<b>2</b>	<b>PENGHANTARAN DATA</b>	<b>4 - 22</b>
	2.1 Teorem persampelan	
	2.2 Penghantaran data secara analog	
	2.3 Penghantaran data secara digit.	
	2.4 Teknik asas pengkodan suara digit	
	2.5 Pengkodan dalam fungsi masa	
	2.5.1 PCM	
	2.5.2 DPCM	
	2.5.3 ADPCM	
	2.5.4 CVSD	
	2.6 Kebaikan-kebaikan penghantaran suara digit	
	2.7 Bentuk-bentuk data yang dihantar	
	2.8 Talian penghantaran data	

<b>3</b>	<b>PROTOKOL KAWALAN RALAT DAN MODEM</b>	<b>23 - 38</b>
3.1	Pengenalan	
3.2	Elemen protokol	
3.3	Mesin taip elektrik dan protokol Xmodem	
3.3.1	Pariti	
3.3.2	Echoplex	
3.3.3	Checksum	
3.3.4	Protokol XModem	
3.4	Modem	
3.5	Kelajuan modem dan masa penghantaran	
3.6	Jenis-Jenis Modem	
3.6.1	Modem optik	
3.6.2	Modem jarak sederhana	
3.6.3	Pengganda akustik	
3.6.4	Modem dungu. ( <i>Dump modem</i> )	
3.6.5	Modem Bijak ( <i>smart modem</i> )	
3.6.6	Modem Digital	
3.6.7	Modem V.32	
3.7	Ciri-ciri modem	
<b>4</b>	<b>PEMBANGUNAN PERSEKITARAN PC/XT</b>	<b>39 - 43</b>
4.1	Pengenalan	
4.2	Senibina sistem	
4.3	DOS dan BIOS	
<b>5</b>	<b>REKABENTUK PERKAKASAN DAN IMPLEMENTASI</b>	<b>44 - 49</b>
5.1	Pengenalan	
5.2	Pengekod Suara Bahagian Penghantaran	

5.3	Pengiraan masa	
5.4	Penyahkodan suara (bahagian penerima)	
5.5	Algoritma pengekod dan penyahkod suara	
5.5.1	Subrutin bagi pengekod suara.	
5.5.2	Subrutin bagi penyahkod suara.	
<b>6</b>	<b>PENGANTARAMUKAAN BAGI IBM PC</b>	<b>50 - 65</b>
6.1	Litar sampel dan pegang	
6.2	Penuras laluan rendah	
6.3	Penuras analog ke digit	
6.4	Penentukuran Penukar analog ke digit (ADC)	
6.5	Pengekod ADPCM	
6.6	Penjujuk	
6.7	Pembilang bit	
6.8	Penyahkod ADPCM dan penukar A/D (analog ke digit)	
6.9	Pengantaramukaan dengan IBM PC/XT	
<b>7</b>	<b>KESIMPULAN DAN CADANGAN</b>	<b>66 - 74</b>
7.1	Pengenalan	
7.2	Masalah yang dihadapi	
7.2.1	Teknik pendigitan PCM	
7.2.2	Teknik pendigitan DPCM	
7.3	Cadangan	
7.4	Kegunaan-kegunaan perkakasan	
	<b>HUJUNGAN</b>	<b>75 - 76</b>
	<b>RUJUKAN</b>	<b>78</b>

## SENARAI JADUAL

Jadual	Mukasurat
1. Jadual 2.1 : Teknik pendigitan suara.	19
2. Jadual 3.1 : Huruf CCITT no. 2.	25
3. Jadual 3.2 : Masa bagi penghantaran fail.	33
4. Jadual 4.1 : Peta ingatan bagi komputer peribadi jenis XT.	40
5. Jadual 4.2 : Peta ingatan.	42
6. Jadual 6.1 : Tindakbalas penuras laluan rendah eliptik peringkat empat	55
7. Jadual 6.2 : Alamat kawalan bagi peranti 8255A PPI	64

## SENARAI RAJAH

Jadual	Mukasurat
1. Rajah 1.1 : Sistem tipikal perhubungan suara digit.	2
2. Rajah 2.1 : Proses persampelan.	6 - 7
3. Rajah 2.2 : PCM.	11
4. Rajah 2.3 : Gambarajah blok bagi DPCM.	13
5. Rajah 2.4 : Gambarajah blok bagi ADPCM.	15
6. Rajah 2.5 : Gambarajah blok bagi CVSD	17
7. Rajah 3.1: Format protokol Xmodem	27
8. Rajah 3.2 : Format protokol Ymodem	29
9. Rajah 4.1 : Hubungan antara lapisan komputer peribadi.	43
10. Rajah 5.1 : Gambarajah blok codec.	46

11. Rajah 5.2 :	48
Carta alir bagi CODEVOICEMAIL dan HEARVOICEMAIL.	
12. Rajah 6.1 :	51
Litar sampel dan pegang.	
13. Rajah 6.2 :	53
Penuras masukan elliptik peringkat empat.	
14. Rajah 6.4 :	54
Penuras keluaran elliptik peringkat empat.	
15. Rajah 6.5 :	59
Pemasaan bagi penukar analog ke digit.	
16. Rajah 6.6 :	60
Litar penuras analog ke digit dan codec ADPCM.	
17. Rajah 6.7 :	62
Litar pembilang bit bagi pengkod ADPCM.	
18. Rajah 7.1 :	67
Perbandingan SNR	
19. Rajah 7.2 :	70
Kaedah tinjauan.	

## **SENARAI HujungAN**

### **HujungAN**

A      Aturcara VOICEMAIL

### **MUKASURAT**

75 - 77



# BAB 1

## PENGENALAN

### 1.1 Pengenalan

Pertuturan merupakan medium komunikasi utama diantara manusia. Kandungan dan bentuknya telah dikaji secara mendalam sejak beberapa tahun kebelakangan terutamanya dalam aspek:

- i) Komunikasi manusia dan mesin melalui suara.
- ii) Komunikasi antara manusia melalui komputer.

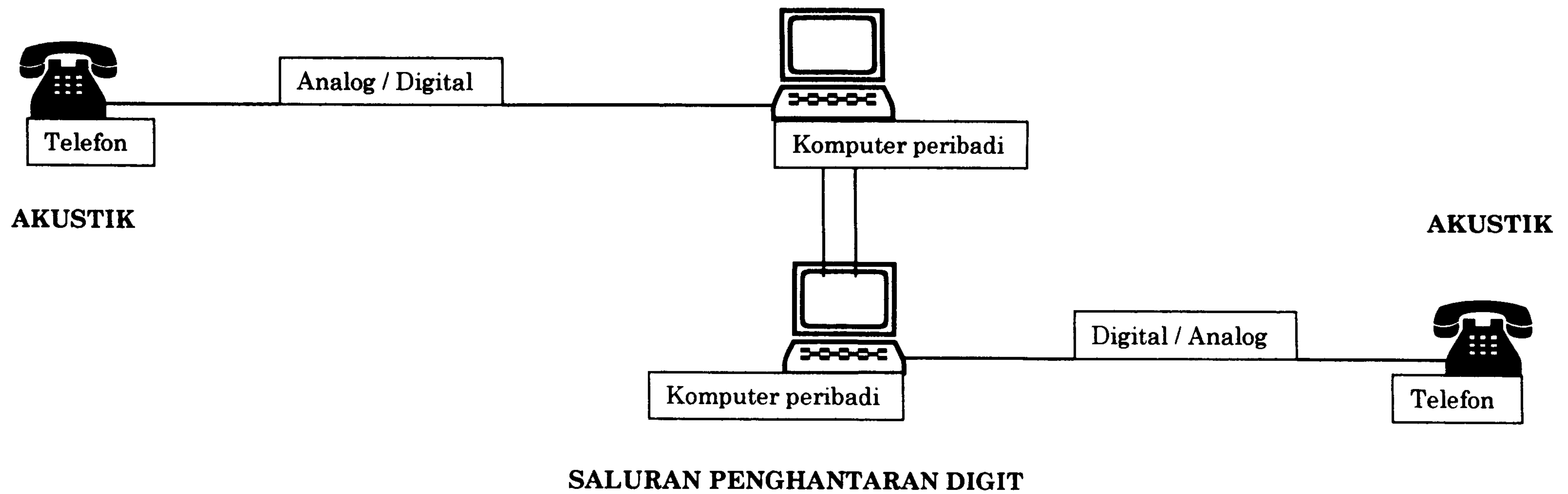
Dengan memanipulasikan suara manusia, kita dapat memungkinkan proses berikut:

- i) Memadatkan suara manusia supaya gelombang suara dapat dibawa menggunakan talian yang sedia ada.
- ii) Meningkatkan mutu dan ketepatan suara yang dihantar.

Komunikasi manusia dan mesin adalah perkara baru. Objektifnya adalah untuk mengurangkan bilangan operator dan secara tidak langsung mengurangkan kos penyelenggaraan. Selain dari itu tindakbalas sistem akan menjadi lebih cepat terutamanya bagi tugas-tugas yang banyak. Komunikasi manusia dan mesin meliputi dua aspek iaitu:

- i) • Masukan suara (pertuturan dan/atau *speaker recognition*).
- ii) Keluaran suara (pertuturan dan/atau pengekodan/sintesis)

Teknologi masukan suara masih dalam kajian sekarang dan masih mengalami banyak masalah manakala keluaran suara telah diimplementasikan dalam banyak penggunaan. Ia dapat dikategorikan dalam dua bentuk iaitu gerakbalas suara dan gerakbalas *stored-and-forward*. Perbezaan antara keduanya adalah masa analisis dilakukan. Dalam gerakbalas suara, gelombang suara akan diedit secara manual bagi mencapai



Rajah 1.1 : Rangkaian tipikal penghantaran data suara melalui komputer.

kadar bit dan kualiti tertentu. Manakala dalam gerakbalas *stored-and-forward*, analisis dan sintesis suara dilakukan pada masa sebenarnya (*real time*). Sebarang pembetulan kepada gelombangnyanya tidak akan dilakukan.

Dalam proses gerak balas suara, pertuturan akan dianalisa dan disimpan di dalam ingatan komputer. Apabila diperlukan ia akan disintesis dan dimainkan semula. Bagi gerakbalas *stored-and-forward*, ia bukan setakat komunikasi manusia dan mesin tetapi juga melibatkan antara manusia dimana isyarat pertuturan mengalami beberapa proses dalam komputer.

## **1.2 Pilihan rekabentuk rangkaian**

Rajah 1.1 di sebelah menunjukkan satu sistem tipikal perhubungan suara digit. Sebagai permulaan, sistem perbualan telefon akan dikaji dalam satu arah sahaja. Sistem yang ditunjukkan, menempatkan satu penukar digit ke analog bagi penerima. Satu sistem perhubungan suara digit sebenarnya memerlukan dua jenis penukar bagi setiap pihak. Sungguhpun ditunjukkan berasingan, kebanyakan perkakasan penukaran mengandungi litar-litar analog ke digit dan penukar digit ke analog dalam set yang sama. Dapat diperhatikan bahawa sungguhpun potensi bagi perhubungan dupleks penuh wujud dalam perkakasan, penukaran sifat sesetengah dupleks gelung tempatan rangkaian telefon mengelakkan ia dari digunakan dalam pemasangan sistem.

Pada bahagian masukan tekanan akustik yang dihasilkan oleh penutur ditukarkan kepada gelombang elektrik analog yang berubah dengan masa oleh mikrofon yang terkandung dalam telefon. Pertuturan analog ini kemudian ditukarkan oleh penukar analog ke digit kepada alur bit digit. Maklumat yang dikod kemudian disimpan ke dalam ingatan komputer peribadi. Suara terkod ini kemudian dihantar oleh komputer peribadi kepada penerima melalui saluran penghantaran digit RS 232-C.

Pada hujung penerima, suara terkod digit dibaca dari ingatan komputer peribadi dan ditukarkan semula kepada gelombang analog oleh penukar digit ke analog. Ia kemudian digunakan untuk memacukan pembesar suara dalam telefon dan seterusnya menjanakan keluaran akustik.

Terdapat beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam rekabentuk sistem perhubungan suara digit. Antaranya ialah:

- i) Penempatan peranti pendigitan pertuturan.
- ii) Penggunaan perkakasan perhubungan terkongsi atau tertuju khas (*dedicated*).
- iii) Cara pendigitan dan kadar bit.

Dalam projek ini, peranti pendigitan merupakan bahagian bersepadu komputer peribadi dan penggunaan perkakasan adalah tertuju khas iaitu setiap komputer peribadi mempunyai peranti pendigitan sendiri dan tiada pemultipleksan digunakan. Cara pendigitan akan diterangkan dalam bab dua.

## BAB 2

### PENGHANTARAN DATA

#### 2.1 Teori persampelan

Mengikut Nyquist, teorem persampelan menyatakan bahawa jika satu isyarat yang diambil mempunyai frekuensi maksima  $W$  Hz, ia dapat ditakrifkan oleh sampel-sampel yang diambil pada tempoh  $1/(2W)$  saat. Teorem persampelan dapat dibuktikan dengan menganggap bahawa isyarat  $h(t)$  adalah isyarat yang tak berkala dimana lebar jalurnya dihadkan kepada  $W$  Hz. Spektrum amplitudnya diberikan oleh :

$$H(f) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t) \exp(-j2\pi ft) dt \rightarrow (1)$$

Oleh kerana  $H(f)$  dihadkan jalurnya kepada  $\pm W$  Hz,  $H(f)$  boleh ditakrifkan sebagai fungsi berkala dalam persamaan (1). Nilai  $H(f)$  dalam rantau  $-W$  ke  $+W$  boleh ditulis dalam sebutan siri Fourier :

$$h(t) = 1/T \sum C_n [\exp(-j2\pi nt/T)]$$

$$H(f) = 1/(2W) \sum X_n [\exp(-j2\pi nf/2W)] \rightarrow (2)$$

Nilai pemalar Fourier diberikan oleh:

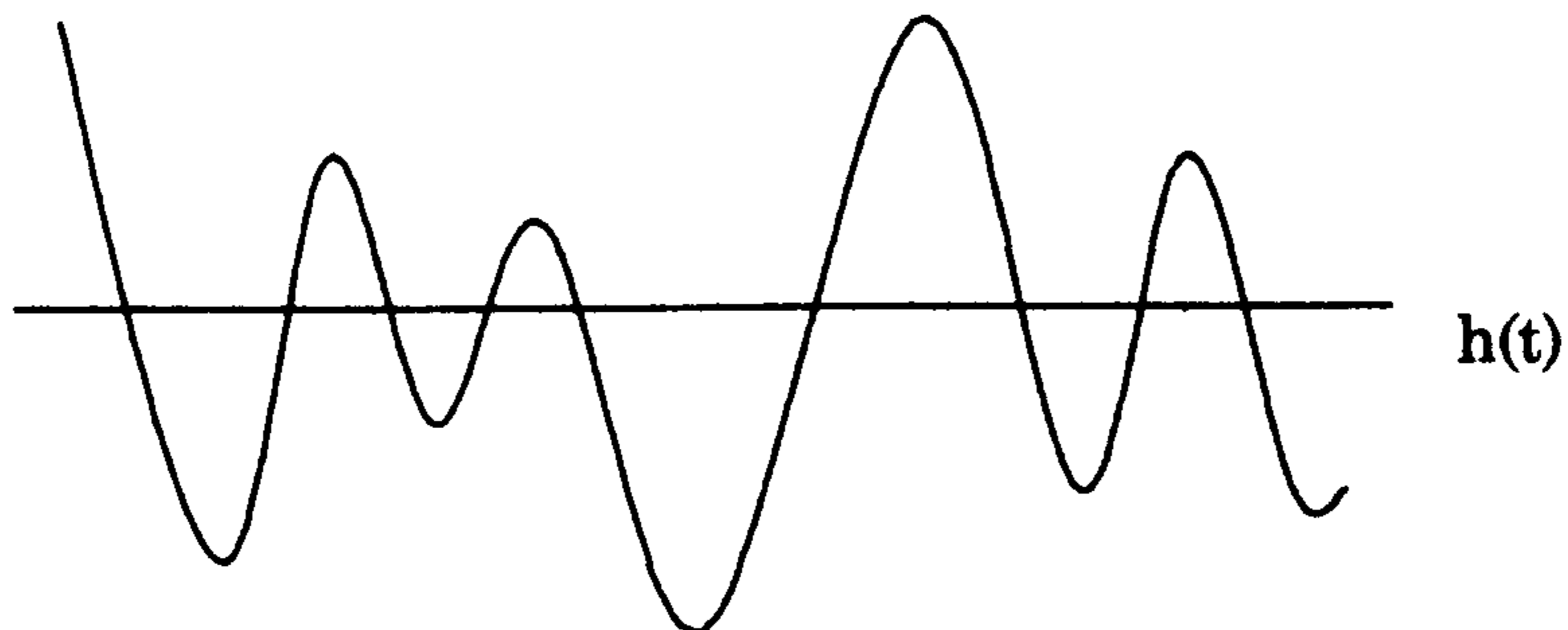
$$X(n) = \int_{-w}^w H(f) \exp(j2\pi ft) df \rightarrow (3)$$

Maka jika  $t = -n/(2W)$ ,

$$h(-n/2W) = \int_{-\infty}^w H(f) \exp(-j\pi nf/W) df$$

Iaitu  $h(-n/2W) = X_n$

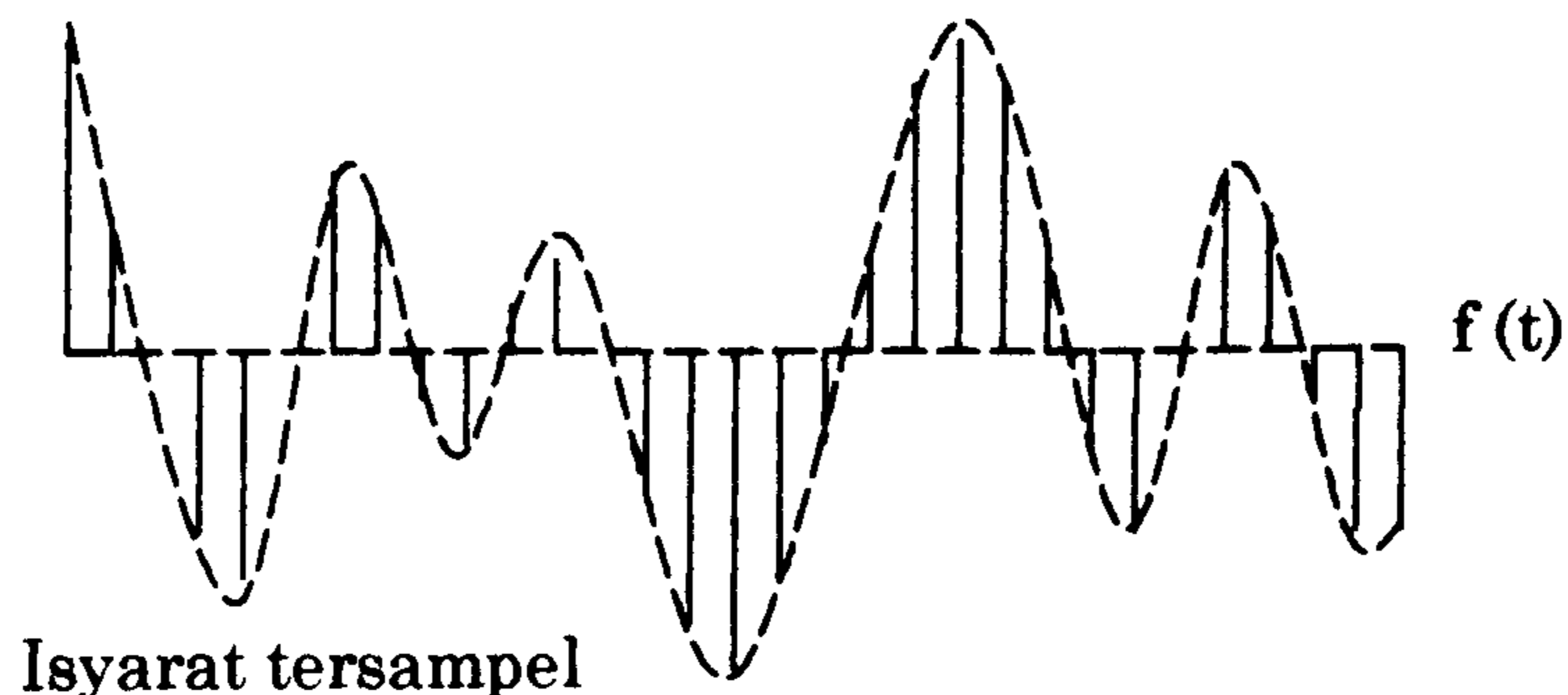
Nilai-nilai  $h(-n/2W)$  adalah sampel-sampel  $h(t)$  yang diambil pada tempoh yang sama iaitu  $1/(2W)$  saat. Sampel-sampel ini menakrifkan  $X_n$  dan seterusnya menakrifkan  $H(f)$ . Oleh kerana  $H(f)$  adalah jelmaan Fourier bagi  $h(t)$ , maka  $H(f)$  menakrifkan  $h(t)$  bagi semua nilai  $t$ , iaitu  $h(-n/2W)$  dapat menakrifkan keseluruhan  $h(t)$  bagi kesemua nilai  $t$ .



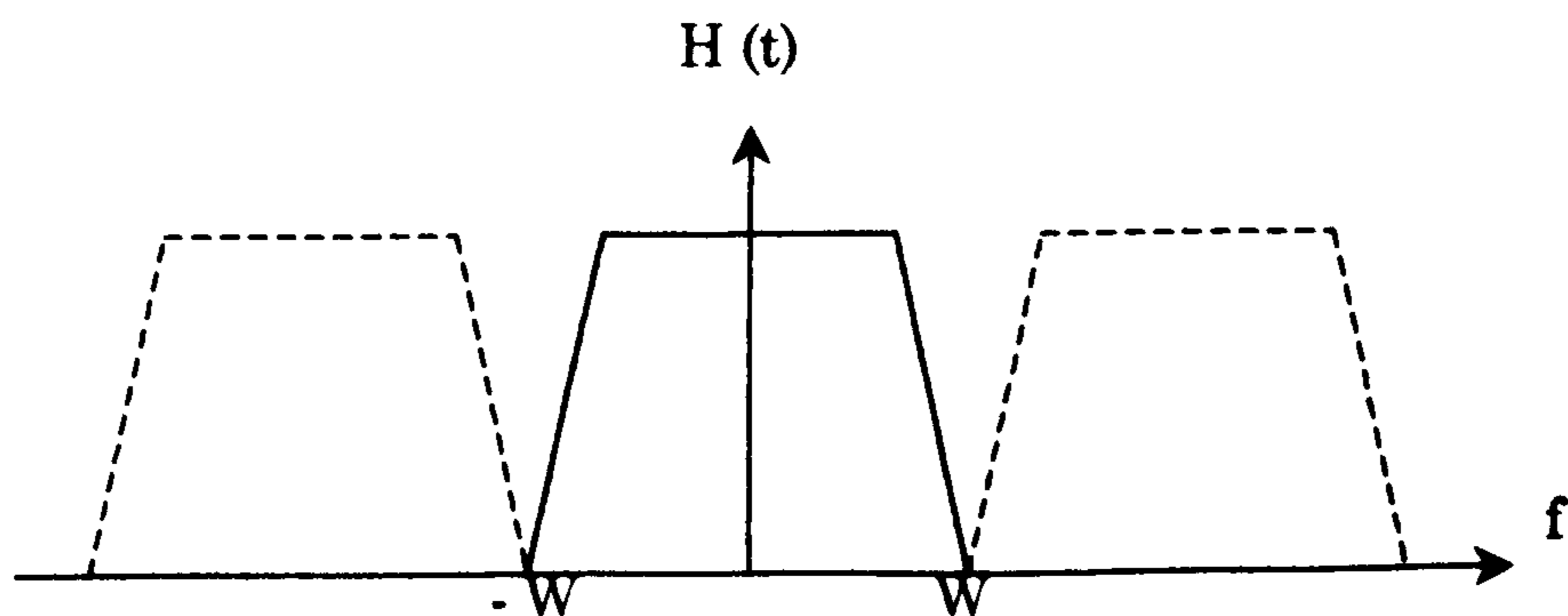
Isyarat masukan

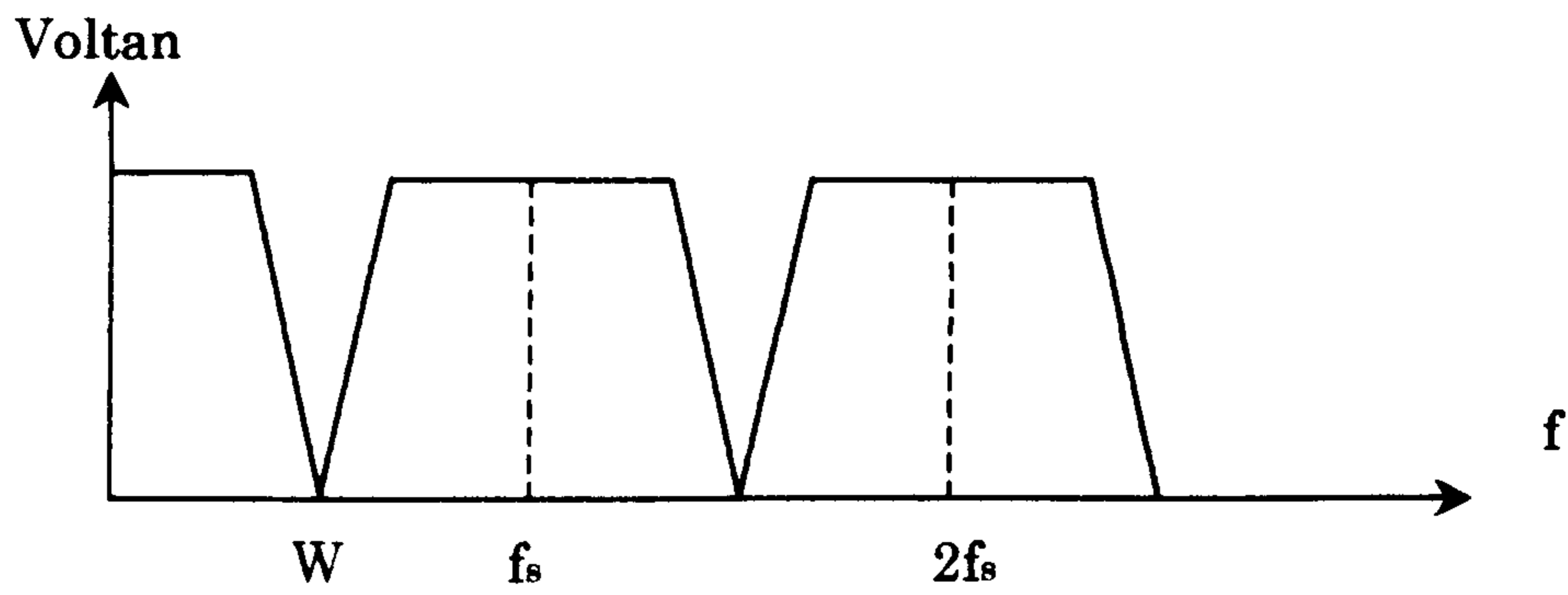


Denyut berkala



Isyarat tersampel





Spektrum amplitud isyarat tersampel

Rajah 2.1 : Proses persampelan

Takrifan fizikal proses persampelan adalah ditunjukkan dalam rajah 2.1 di atas. Isyarat selanjar  $h(t)$  didarabkan dengan denyut berkala  $S(t)$  dimana lebar denyut adalah sangat kecil berbanding dengan tempoh denyut.

Sifat berkala isyarat denyut persampelan membolehkannya dikembangkan dalam siri Fourier sebagai:

$$S(t) = a_0 + a_1 \cos w_s t + a_2 \cos w_s t + \dots$$

Dimana  $w_s = 2\pi/T$  saat. Jika isyarat selanjar  $h(t)$  dianggap sebagai tanda nada tunggal (*single tone*)  $\cos w_m t$  maka:

$$F(t) = a_0 \cos w_s t + a_1 / 2 \cos (w_s - w_m)t + a_1 / 2 \cos (w_s + w_m)t \\ + a_2 / 2 \cos (2w_s - w_m)t + a_2 / 2 \cos (2w_s + w_m)t \\ + \dots$$

Isyarat spektrum isyarat yang tersampel  $F(t)$  mengandungi sisi jalur (*sidebands*) atas dan bawah di sekitar harmonik frekuensi persampelan. Apabila  $h(t)$  adalah isyarat pelbagai nada dengan lebar jalur dihadkan kepada  $W$  Hz, spektrum amplitudnya adalah ditunjukkan dalam rajah 2.1. Dapat diperhatikan dari rajah tersebut bahawa jika frekuensi persampelan adalah  $f_s = 2W$  Hz, sisi jalur isyarat tidak bertindih. Jika  $f_s < 2W$  Hz, pertindihan akan berlaku dan menimbulkan herotan spektrum  $h(t)$ .

## **2.2 Penghantaran data secara analog**

Mengikut takrifan, suatu isyarat maklumat adalah tak berketentuan (non-deterministik) iaitu ia berubah secara rawak. Isyarat tersebut tidak boleh ditakrif dengan sebutan amplitud atau spektrum fasa tetapi ia biasanya dapat dinyatakan dalam bentuk spektrum kuasanya. Ciri satu saluran dimana isyarat akan dihantar dapat ditentukan dalam sebutan frekuensi dan sebutan fasa. Bagi penghantaran data yang cekap, parameter-parameter isyarat mesti menyamai ciri-ciri saluran tersebut. Jika tidak, isyarat tersebut hendaklah diubahsuai atau diproses. Proses mengubahsuai ini dinamakan pemodulatan amplitud (AM) atau pemodulatan frekuensi (FM).

Pemultipleksan frekuensi biasanya digunakan dalam penghantaran melalui telefon jarak jauh dimana banyak saluran suara jalur sempit (*Narrow-band*) dimuatkan dalam satu kabel sepaksi jalur lebar (*wide-band coaxial cable*). Lebar jalur kabel tersebut adalah 4 MHz dan dibahagikan kepada jeda 4 KHz dimana satu jalur suara akan dipancarkan dalam setiap jeda. Saluran suara mesti dimodulatkan untuk menganjukkan amplitud spektrumnya ke lubang alur (*slot*) frekuensi yang sesuai. Misalnya pemultipleksan frekuensi litar-litar telefon adalah berdasarkan kepada pemodulatan SSB-AM (*Single Side-Band Amplitude Modulation*) kerana ia dapat memuatkanseberapa banyak frekuensi litar yang mungkin dalam suatu lebarjalur finit.

## **2.3 Penghantaran data secara digit**

Isyarat yang dibincangkan sebelum ini adalah fungsi selanjar terhadap masa. Terdapat banyak kelebihan jika isyarat analog dapat ditukar kepada format kod perduaan. Ini kerana penghantaran dan pemrosesan isyarat perduaan adalah lebih mudah daripada penghantaran dan pemrosesan isyarat analog. Adalah mustahil untuk mengekod isyarat analog selanjar ke