

A stylized globe graphic with a blue outline and a dark blue interior, showing the continents of Europe and Africa. It is positioned behind the title text.

ELEMENTI DI COMUNICAZIONI ELETTRICHE

Prof. Ing. Maurizio Casoni



Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia

SEGNALI E COLLEGAMENTI

CONSIDERIAMO IL SEGUENTE PROBLEMA:

ESISTE UNA SORGENTE DI INFORMAZIONE CHE GENERA UN MESSAGGIO ED UN UTENTE, FISICAMENTE DISTINTO DALLA SORGENTE (MA NON NECESSARIAMENTE DISTANTE DA ESSA), A CUI IL MESSAGGIO E' DESTINATO.

OCCORRE STABILIRE UN COLLEGAMENTO CHE RENDA DISPONIBILE IL MESSAGGIO ALL'UTENTE, NON DETERIORATO IN MANIERA TALE DA IMPEDIRNE LA UTILIZZAZIONE (E QUINDI CON UNA PREFISSATA QUALITÀ DI TRASMISSIONE).

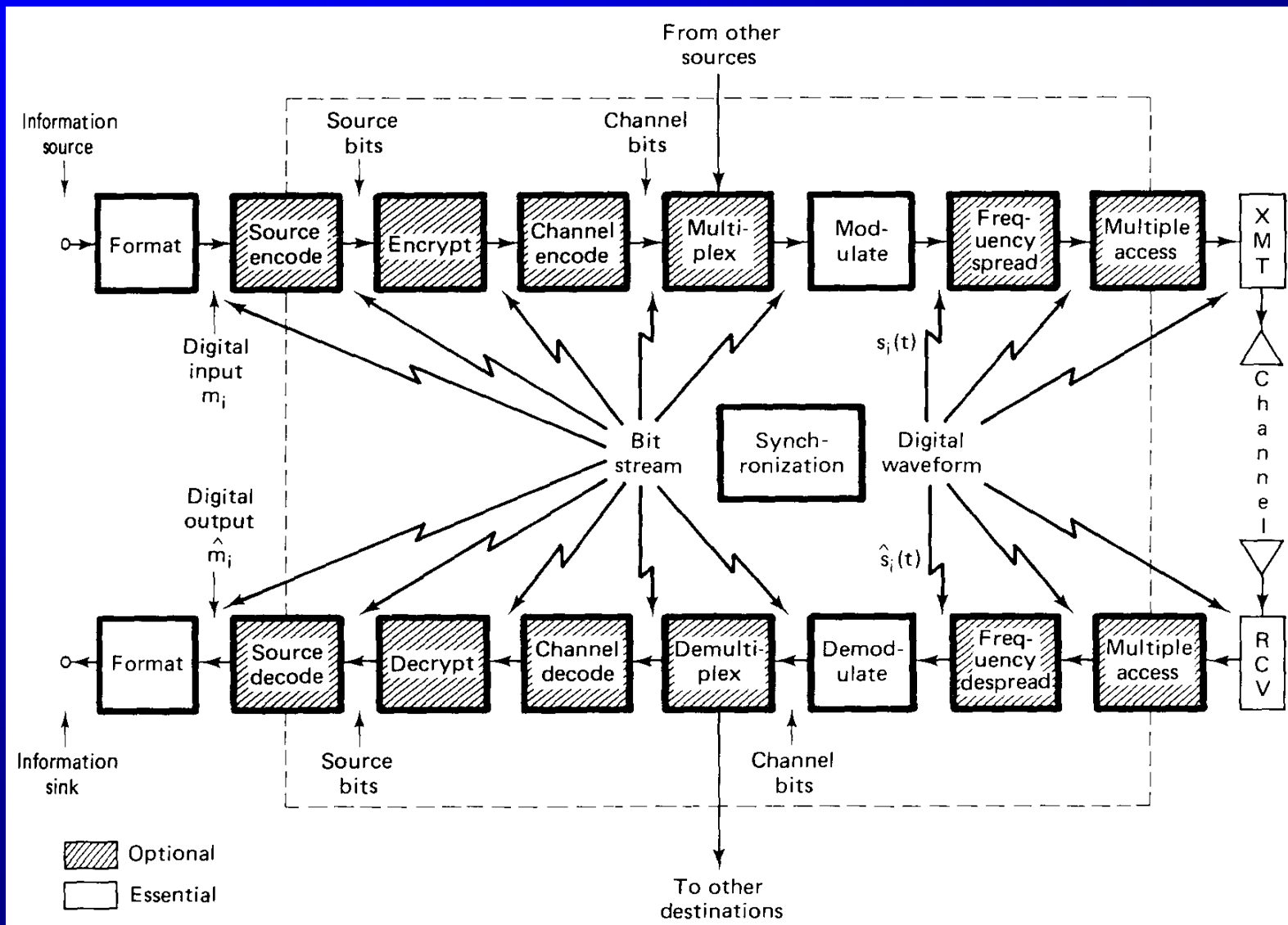
INFORMAZIONE:

- TESTO SCRITTO (SEGNALE TELEGRAFICO)
- IMMAGINI FISSE (SEGNALE FACSIMILE)
- IMMAGINI IN MOVIMENTO (SEGNALE TELEVISIVO)
- FONIA (SEGNALE AUDIO)
- DATI (SEGNALE DATI)

.....

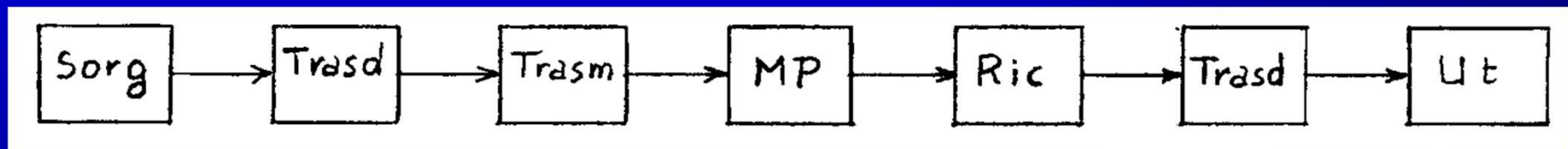


SCHEMA A BLOCCHI DI UN COLLEGAMENTO



SCHEMA A BLOCCHI DI UN COLLEGAMENTO

SORGENTE / TRASDUTTORE / TRASMETTITORE / MEZZO DI PROPAGAZIONE
/ RICEVITORE / TRASDUTTORE / UTENTE



QUALITÀ DI TRASMISSIONE

NELLA TRASMISSIONE DI SEGNALI ANALOGICI OCCORRE:

- ASSICURARE CHE IL SEGNALE RICEVUTO RIPRODUCA INDISTORTO IL SEGNALE ORIGINARIO (CIOÈ NE RIPRODUCA LA FORMA D'ONDA A MENO DI UNA COSTANTE MOLTIPLICATIVA E DI UN RITARDO)
- IL RUMORE ED I DISTURBI CHE SI SOVRAPPONGONO AL SEGNALE UTILE SIANO CONTENUTI ENTRO LIMITI PREFISSATI (CIOÈ IL RAPPORTO SEGNALE/RUMORE SI MANTENGA NON INFERIORE AD UN VALORE STABILITO)

NELLA TRASMISSIONE DI SEGNALI NUMERICI LE CIFRE RIGENERATE IN RICEZIONE DOVREBBERO RIPRODURRE QUELLE TRASMESSE NEI VALORI E NELLA CADENZA TEMPORALE. IN REALTÀ SONO POSSIBILI ERRORI NEL RICONOSCIMENTO DELLE CIFRE CON UNA CERTA FREQUENZA (TASSO DI ERRORE) E MANCATO RISPETTO DELLA SUDDETTA CADENZA (JITTER).

PERTANTO NELLA TRASMISSIONE DI SEGNALI NUMERICI OCCORRE CHE:

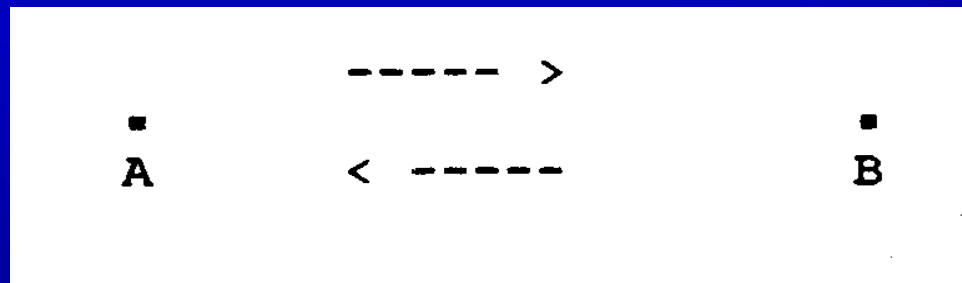
- IL TASSO DI ERRORE NON SUPERI UN VALORE STABILITO
- IL JITTER SI MANTENGA ENTRO LIMITI PREFISSATI



COLLEGAMENTI UNIDIREZIONALI E BIDIREZIONALI

FINORA ABBIAMO CONSIDERATO UN COLLEGAMENTO UNIDIREZIONALE (DA A OVE È SITUATA LA SORGENTE VERSO B OVE È SITUATO L'UTENTE).

PIÙ COMUNE È IL CASO IN CUI SIA RICHIESTO DI STABILIRE UN COLLEGAMENTO BIDIREZIONALE FRA A e B:



FUNZIONI DETERMINISTICHE

UN SEGNALE ELETTRICO, COME QUELLO PRESENTE ALL'USCITA DELLA SORGENTE DI INFORMAZIONE (SE QUESTA GENERA UN SEGNALE NON ELETTRICO, UN APPOSITO TRASDUTTORE PROVVEDE ALLA SUA CONVERSIONE IN TALE FORMA) E' RAPPRESENTABILE MEDIANTE UNA FUNZIONE DEL TEMPO $x(t)$.

x E' REALE E PUÒ ASSUMERE O TUTTI I VALORI APPARTENENTI AD UN CERTO INTERVALLÒ OPPURE SOLTANTO UN NUMERO FINITO DI QUESTI.

t , ANALOGAMENTE, PUÒ VARIARE CON CONTINUITÀ, OPPURE ASSUMERE UNA SUCCESSIONE NUMERABILE DI VALORI.

SI PUÒ ALLORA PARLARE DI:

- FUNZIONI CONTINUE NEI VALORI E TEMPO-CONTINUE
- FUNZIONI DISCRETE NEI VALORI E TEMPO-CONTINUE
- FUNZIONI CONTINUE NEI VALORI E TEMPO-DISCRETE
- FUNZIONI DISCRETE NEI VALORI E TEMPO-DISCRETE

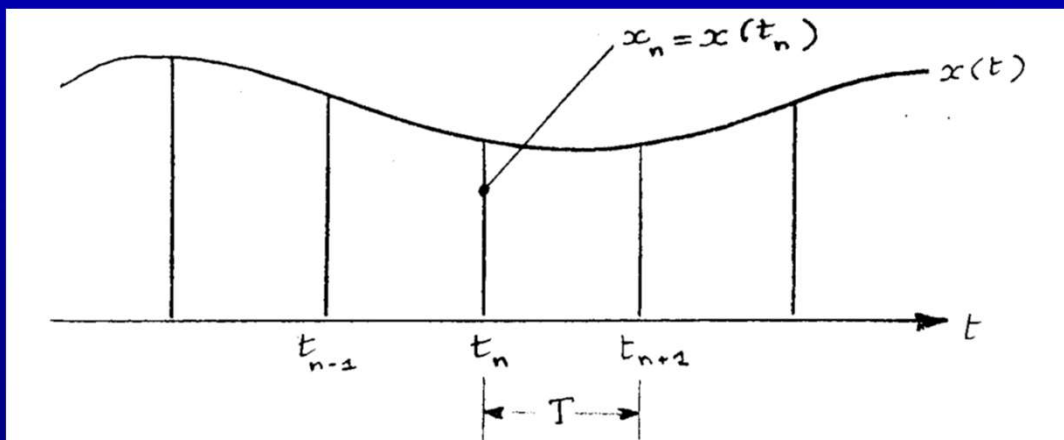


FUNZIONI DETERMINISTICHE

LE FUNZIONI TEMPO DISCRETE SONO ANCHE CHIAMATE SERIE TEMPORALI (SE FORMATE DA UN NUMERO INFINITO DI TERMINI) OD ANCHE SEQUENZE TEMPORALI.

ESSE POSSONO RAPPRESENTARE SEGNALE ELETTRICI CHE HANNO GIÀ ORIGINE IN TALE FORMA (COME UN SEGNALE IN CODICE) OPPURE ESSERE OTTENUTE DA UNA FUNZIONE TEMPO-CONTINUA MEDIANTE LETTURA DEI VALORI DA ESSA ASSUNTI IN ISTANTI CHE SI SUCCEDONO CON UN INTERVALLO FISSATO.

QUESTA OPERAZIONE E' DETTA CAMPIONAMENTO E LA CORRISPONDENTE FUNZIONE TEMPO-DISCRETA E' ANCHE CHIAMATA FUNZIONE CAMPIONATA.



FUNZIONI PERIODICHE TEMPO CONTINUE

CONSIDERIAMO UNA FUNZIONE $x(t)$,
CONTINUA o DISCRETA NEI VALORI,
PERIODICA CON PERIODO T :

$$x(t+T) = x(t)$$

LA FUNZIONE $x(t)$ PUO' ESSERE
RAPPRESENTATA MEDIANTE UNO SVILUPPO IN
SERIE DI FOURIER.

POSTO

$$\omega_0 = 2\pi/T = 2\pi f$$

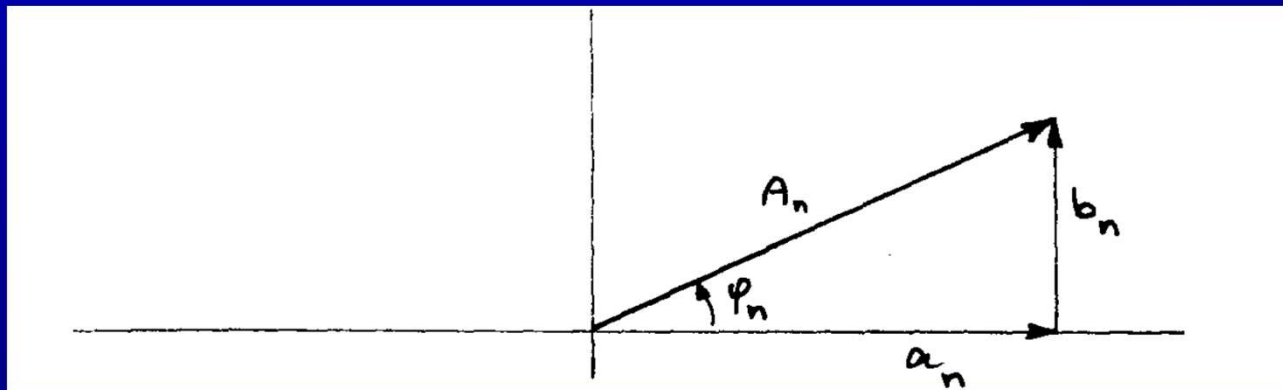


SVILUPPO MEDIANTE GLI SPETTRI DI AMPIEZZA E DI FASE

$$x(t) = A_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(n\omega_0 t - \varphi_n)$$

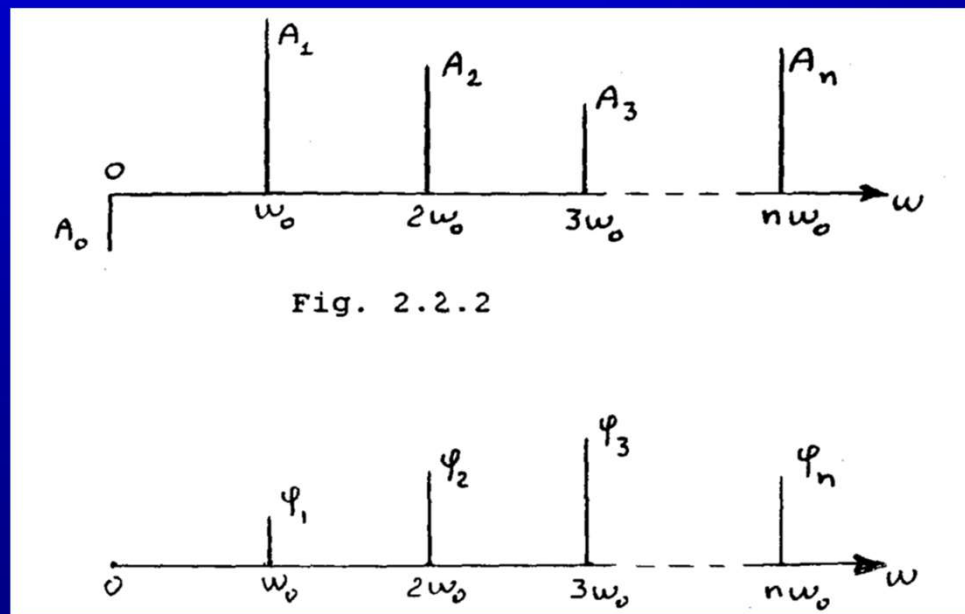
$$A_0 = \frac{1}{2} a_0$$

$$A_n e^{j\varphi_n} = a_n + jb_n, n \geq 1, A_n \geq 0$$



SVILUPPO MEDIANTE GLI SPETTRI DI AMPIEZZA E DI FASE

GLI INSIEMI DEI VALORI A_n E ϕ_n COSTITUISCONO RISPETTIVAMENTE GLI SPETTRI DI AMPIEZZA E DI FASE DI $x(t)$; SI TRATTA DI SPETTRI A RIGHE ALLOCATI IN CORRISPONDENZA ALLE PULSAZIONI $n \omega_0$



FUNZIONI APERIODICHE TEMPO CONTINUE

CONSIDERIAMO UNA FUNZIONE REALE $x(t)$, APERIODICA, DEFINITA SU TUTTO L'ASSE t . SOTTO NOTE CONDIZIONI, ESISTE LA TRASFORMATA DI FOURIER:

$$X(\omega) = F[x(t)] = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t)e^{-j\omega t} dt$$

LA FORMULA DI ANTITRASFORMAZIONE È:

$$x(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} X(\omega)e^{j\omega t} d\omega$$



FUNZIONI APERIODICHE TEMPO CONTINUE

POSTO:

$$V(\omega) = \frac{|X(\omega)|}{\pi}$$

$$\varphi(\omega) = -\arg X(\omega)$$

RISULTA:

$$x(t) = \int_0^{\infty} V(\omega) \cos[\omega t - \varphi(\omega)] d\omega$$

Che esprime $x(t)$ come “somma” di infiniti termini sinusoidali (integrale di Fourier), il generico dei quali ha pulsazione ω , ampiezza $V(\omega)d\omega$ e fase $\phi(\omega)$.



FUNZIONI APERIODICHE TEMPO CONTINUE

Spettro di Ampiezza

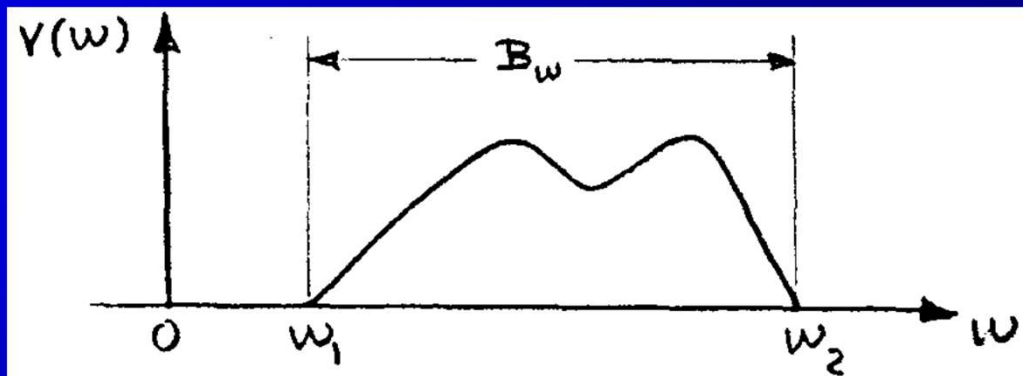
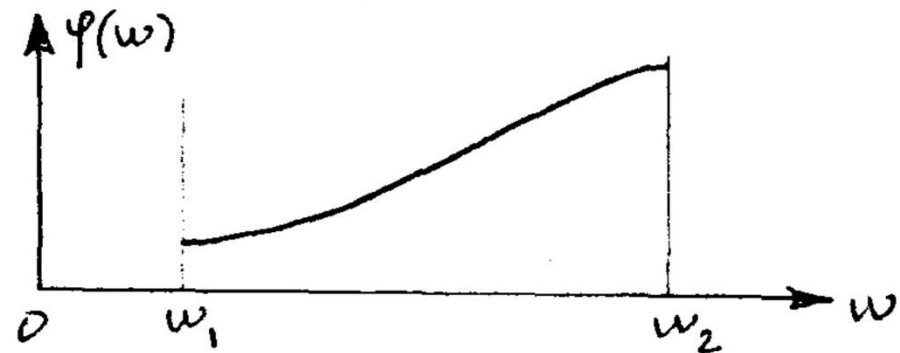


Fig. 2.3.1

Spettro di fase



FUNZIONI APERIODICHE TEMPO CONTINUE

LO SPETTRO DI AMPIEZZA CONSENTE DI INTRODURRE IL CONCETTO DI BANDA DI PULSAZIONI (O DI FREQUENZA) DI UNA FUNZIONE.

AD ESEMPIO, LA FIG. 2.3.1 SI RIFERISCE AD UNA FUNZIONE PER CUI $V(\omega)$ È DIVERSO DA 0 SOLO NELL'INTERVALLO (ω_1, ω_2) .

SI DICE ALLORA CHE TALE INTERVALLO RAPPRESENTA LA **BANDA** DI $x(t)$, DI CUI B_ω INDICA LA **LARGHEZZA**.



FUNZIONI APERIODICHE TEMPO CONTINUE

QUANDO LA BANDA B_ω È CENTRATA SU UNA PULSAZIONE ω_0
TALE CHE RISULTI:

$$\frac{B_\omega}{\omega_0} \ll 1$$

SI PARLA DI FUNZIONE PASSA-BANDA

