

# SEGNALI ANALOGICI E DIGITALI

I *segnali elettrici* sono grandezze, di tensione o corrente, che variano in funzione del tempo. Essi rappresentano i vari messaggi, di natura diversa, che vengono trasmessi quotidianamente.

Lo studio dei segnali elettrici consiste nell'*analisi dei contenuti* e nella loro *rappresentazione matematica*.

Analizzare i contenuti di un segnale significa conoscere le informazioni legate ad essi, al fine di poterli descrivere e rappresentare. Si esaminano, quindi, le caratteristiche dei segnali, per poter essere in grado di individuare e studiare il loro comportamento nel tempo: prima, durante e dopo il trattamento di essi da parte dei dispositivi di trasmissione.

La rappresentazione matematica consiste, invece, nel *considerare l'evoluzione di essi nel dominio del tempo e della frequenza*.

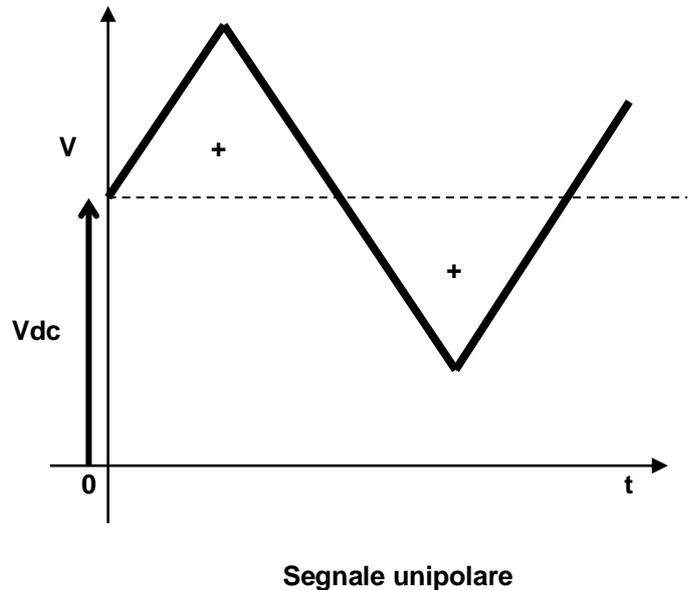
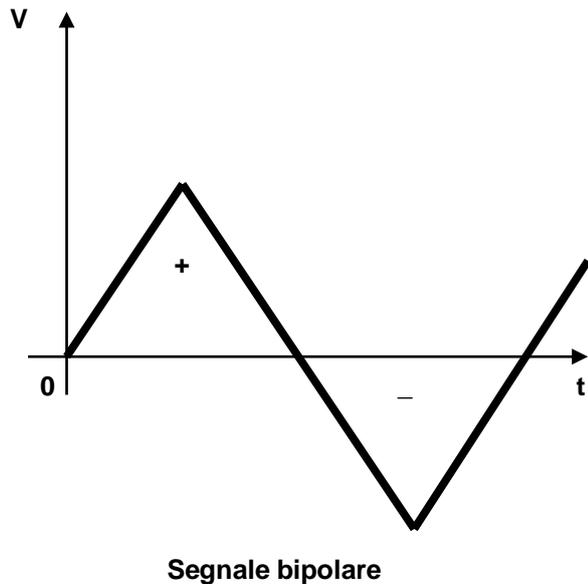
I due domini sono equivalente: se un segnale è determinato in uno dei due domini, automaticamente lo sarà anche nell'altro.

## CLASSIFICAZIONE DEI SEGNALI

I segnali elettrici possono essere genericamente classificati in analogici e digitali. Si dicono analogici se possono assumere tutti i valori compresi in un determinato campo continuo e digitali se possono assumere solo valori prestabiliti.

Secondo la polarità possono essere inoltre classificati in *bipolari* ed *unipolari*. Un segnale si dice bipolare, se presenta variazioni di polarità (valori positivi e/o negativi), o unipolare, se assume valori di una sola polarità (solo negativi o solo positivi).

Un segnale unipolare può essere inteso anche come un segnale bipolare sommato ad uno continuo, detto *offset* ( $V_{dc}$ ).

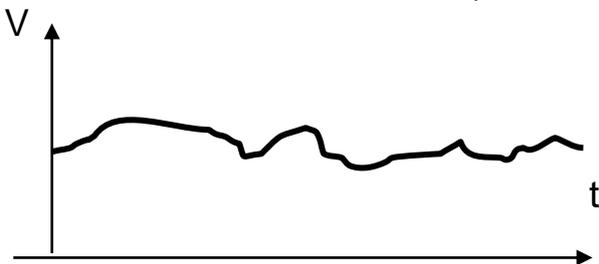


Una classificazione più ampia può essere fatta in base all'andamento in funzione del tempo (o della frequenza) e dell'ampiezza.

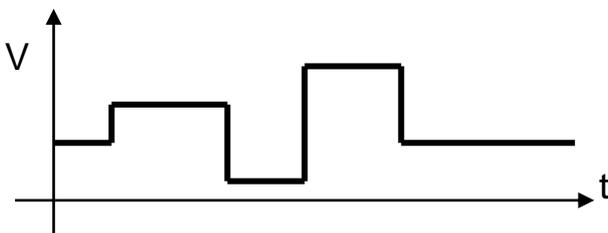
In funzione del tempo, un segnale può essere *continuo*, se i valori di ampiezza variano nel tempo infinitamente, senza assumere valori nulli, o *discontinuo*, se può assumere anche valori nulli: in tal caso si considerano solo alcuni tratti del segnale.

In funzione dell'ampiezza e del tempo un segnale può essere:

-CONTINUO IN AMPIEZZA E TEMPO (O IN FREQUENZA), se ha andamento continuo, ossia assume valori diversi da zero (tranne per i segnali bipolari in cui c'è il passaggio da una polarità ad un'altra) e l'ampiezza non varia a tratti;

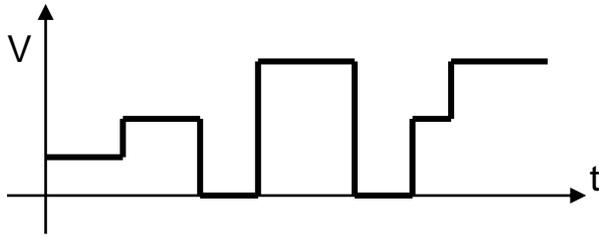


-DISCONTINUO IN AMPIEZZA, MA CONTINUO NEL TEMPO, se l'ampiezza del segnale varia a tratti, senza che esso assuma valori nulli;



-DISCONTINUI IN AMPIEZZA E TEMPO (O FREQUENZA), se l'ampiezza varia a tratti e

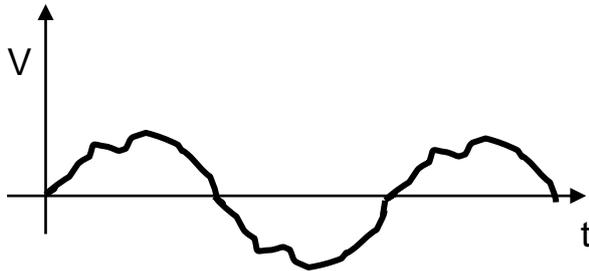
può assumere valori nulli per determinati istanti;



-CONTINUI IN AMPIEZZA, MA DISCONTINUI NEL TEMPO, se il segnale ha un

andamento continuo

(l'ampiezza non varia a tratti), ma in alcuni istanti ha valori nulli.



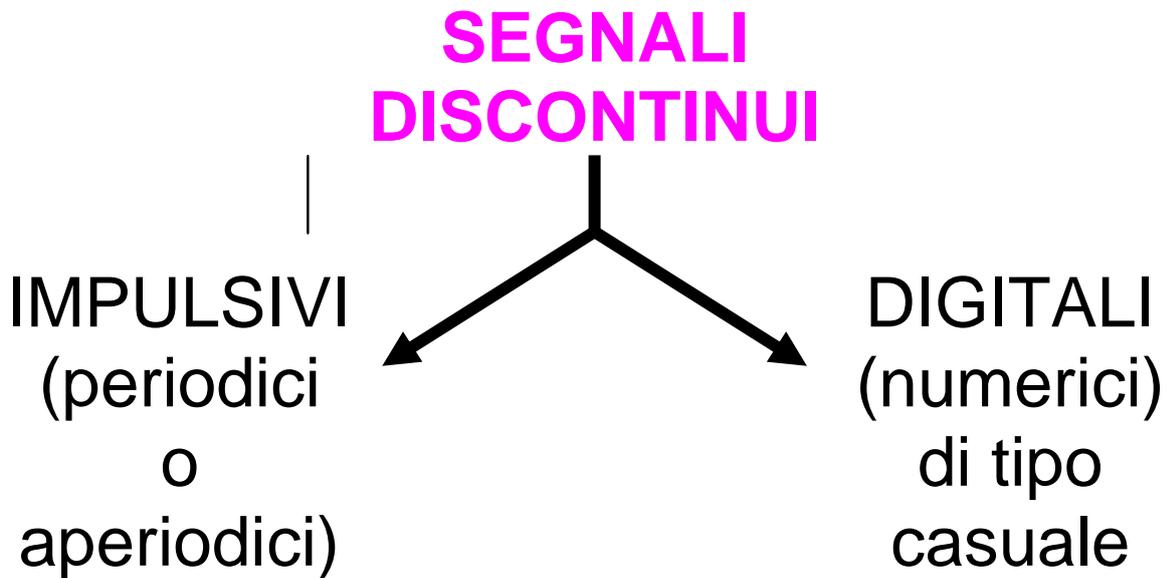
I segnali continui nel tempo sono analogici perché assumono valori diversi in modo continuo.

I segnali continui in ampiezza si dicono, genericamente, *discontinui*, in quanto variano in modo discreto (ossia a tratti): si considerano intervalli di tempo.

## SEGNALI ANALOGICI

PERIODICI  
(deterministici)

APERIODICI  
CASUALI  
(aleatori)



### SEGNALI PERIODICI

I segnali periodici sono segnali il cui andamento è descritto da una funzione matematica. Si tratta di segnali che si ripetono dopo un certo intervallo di tempo, chiamato *periodo* (T).

I segnali periodici, quindi, sono segnali che si ripetono ogni T secondi e sono descritti da formule matematiche.

Il numero di periodi al secondo definisce la frequenza (f) del segnale. Vale la seguente relazione:

$$f=1/T \text{ [Hz]}$$

La frequenza ed il periodo sono inversamente proporzionali: all'aumentare del periodo diminuisce la frequenza e viceversa.

Le forme d'onda dei segnali periodici più importanti sono:

- Onda sinusoidale
- Onda quadra
- Onda rettangolare
- Onda triangolare
- Onda a dente di sega

I segnali periodici, compiendo transizioni tra due livelli, hanno una forma d'onda caratterizzata da un parametro detto duty cycle (d.c. o  $\delta$ ) o fattore

utilizzo, definito come rapporto fra il tempo  $T_H$  in cui il segnale rimane alto (semionda) e l'intero periodo  $T$ .

$$\delta = T_H / T = T_H / (T_H + T_L)$$

Il duty cycle è solitamente espresso in percentuale.

## SEGNALI APERIODICI

I segnali aperiodici, o aleatori, sono segnali il cui andamento non è prevedibile. Non potendo ricorrere a formule matematiche per la loro descrizione, si fa uso di metodi probabilistici. Appartengono a tale categoria di segnali, tutti quelli riguardanti la trasmissione di messaggi. Essi presentano un certo grado di imprevedibilità, legato alla natura stessa della trasmissione di informazioni.

Appartengono alla categoria dei segnali aleatori i segnali sonori (audio) ed i segnali immagine (video). I segnali audio hanno una frequenza compresa tra i 20 e i 20000 hertz (20Hz – 20KHz). I segnali video hanno invece una frequenza compresa tra i 20 hertz e i 7 megahertz (20Hz – 7 MHz).

## SEGNALI IMPULSIVI

I segnali impulsivi sono segnali di tipo rettangolare (o di forma simile), che hanno un duty cycle molto piccolo (circa del 10%). Essi possono essere periodici o casuali. Si considerano casuali se non hanno sempre la stessa ampiezza e durata.

## SEGNALI DIGITALI

I segnali digitali (o numerici) sono segnali che hanno forme d'onda con andamento discontinuo, rappresentabili con sequenze di simboli codificati e temporizzati e che, quindi, transitano nei computer (segnali dati).

Ad ogni tratto di forma d'onda compreso in un certo intervallo di tempo ed ampiezza, è associato un valore discontinuo detto *livello* ( $\ell$ ).

I segnali numerici si dividono in *binari*, se possono assumere solo due livelli ( $n=2$ ), e *multilivello*, se possono assumere più di due livelli ( $m>2$ ).

Nel caso dei segnali binari (o di quelli codificati in binari), i due livelli si dicono *space* (al quale è associato il livello basso, lo zero – 0), e *mark* (al quale è associato il livello alto, 1).

La durata di un passaggio dal livello basso ad alto si dice tempo di cifra binaria ( $T_b$ ). Se ogni livello ha la stessa durata  $T_b$ , il segnale si dice *sincrono*; se ogni livello ha durata differente, si dice *asincrono*.

## Parametri dei segnali digitali

FREQUENZA DI SIMBOLO (*BAUD-RATE*): numero di livello nell'unità di tempo.

$$F_{\ell} = n \text{ livelli} / T_{\ell} \quad T_{\ell} \rightarrow \text{durata del livello (o degli } n \text{ livelli)}$$

L'unità di misura della frequenza di simbolo è il baud

FREQUENZA DI CIFRA (*BIT-RATE*): numero di cifre (bit) che corrispondono all'unità di tempo (1 s) e si misura in bit/sec.

$$F_c = n \text{ bit} / T_b \quad n=2^m \quad m=1 \quad \leftarrow \text{se il segnale è binario}$$

$$F_c = m \cdot n \text{ bit} / T_b \quad n=2^m \quad M=2,3,4,\dots \quad \leftarrow \text{se il segnale è multilivello}$$