

Segnali Periodici

Serie di Fourier per segnali periodici

$$x(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\Omega t + b_n \sin n\Omega t)$$

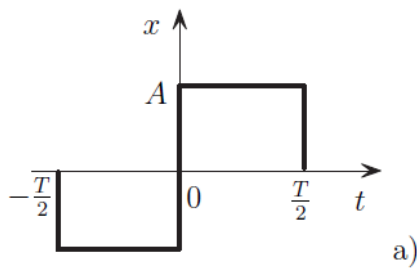
$$a_n = \frac{2}{T} \int_T x(t) \cos n\Omega t dt, \quad b_n = \frac{2}{T} \int_T x(t) \sin n\Omega t dt$$

Segnale pari

$$x(t) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} a_n \cos n\Omega t$$

Segnale dispari

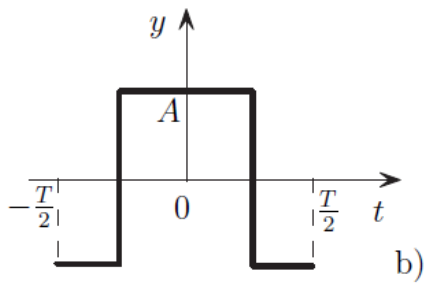
$$x(t) = \sum_{n=1}^{\infty} b_n \sin n\Omega t$$



Onda quadra dispari

$$b_{2m} = 0, \quad b_{2m+1} = \frac{4A}{\pi(2m+1)} \quad (m = 0, 1, \dots)$$

$$x(t) = \frac{4A}{\pi} \left(\sin \Omega t + \frac{1}{3} \sin 3\Omega t + \frac{1}{5} \sin 5\Omega t + \dots \right)$$



Onda quadra pari

$$a_0 = a_{2m} = 0, \quad a_{2m+1} = (-1)^m \frac{4A}{\pi(2m+1)} \quad (m = 0, 1, \dots)$$

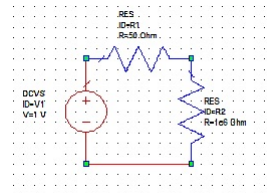
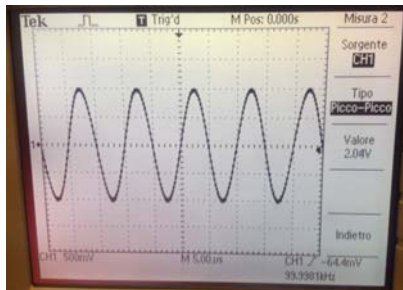
$$y(t) = \frac{4A}{\pi} \left(\cos \Omega t - \frac{1}{3} \cos 3\Omega t + \frac{1}{5} \cos 5\Omega t + \dots \right)$$

Generatore LF + oscilloscopio

Si imposta sul generatore LF $V_{out} = 1\text{ V}$

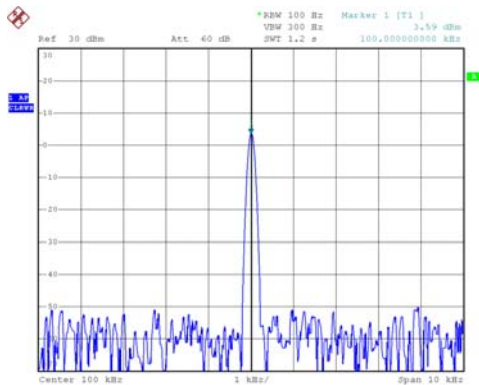
$$f_0 = 99.9981\text{ kHz}$$

$$V_{pp} = 2.04\text{ V}$$

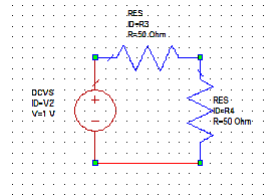


$$V_{R2} = \frac{R2}{R1 + R2} V = [R2 = 1\text{M } \Omega \gg R1 = 50\ \Omega] \cong V;$$

Generatore LF + SPA



Date: 23.OCT.2014 14:45:59



$$V_{R4} = \frac{R4}{R3 + R4} V = \frac{1}{2} V;$$

Legame misura OX e SPA

- La tensione letta sull'oscilloscopio è quella picco-picco (V_{pp}). Affinché si possa calcolare la potenza si dovrà calcolare la tensione di picco ($V_p = V_{pp}/2$) e il suo valore efficace ($V_{eff} = V_p/\sqrt{2}$). Come osservato precedentemente sarà necessario dividere ancora per 2 a causa delle perdite di partizione. Quindi il calcolo finale della potenza sarà:

- $V_p = \frac{V_{pp}}{2} = 1.020 \text{ V}$
- $V_{eff} = \frac{V_p}{\sqrt{2}} = 0.721 \text{ V}$
- $V_x = \frac{V_{eff}}{2} = 0.361 \text{ V}$
- $P = \frac{(V_x)^2}{50} = 0.00260 \text{ W}$

Modulazione di ampiezza e di frequenza

Modulazione di ampiezza

$$V(t) = A_c [1 + a \cdot m(t)] \cos(2\pi f_c t + \vartheta)$$

A_c : ampiezza della portante

f_c : frequenza della portante

a : indice di modulazione ($0 \leq a \leq 1$)

$m(t)$: segnale modulante normalizzato

$A_c[1+m(t)]$ ampiezza dell'involuppo

portante

Bande
laterali

$$V(t) = A_c \cos(2\pi f_c t) + A_c a m(t) \cos(2\pi f_c t) = v_c(t) + v_s(t)$$

$$V(f) = V_c(f) + V_s(f)$$

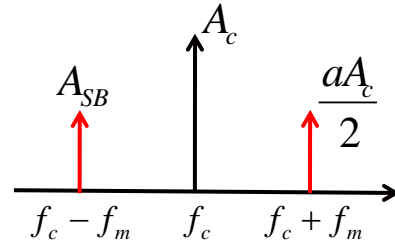
Modulazione di ampiezza

Modulazione sinusoidale

$$v(t) = A_c \cos(2\pi f_c t) + A_c a \cos(2\pi f_m t) \cos(2\pi f_c t)$$

$$v(t) = A_c \cos(2\pi f_c t) + \frac{A_c a}{2} \left[\cos(2\pi(f_c + f_m)t) + \cos(2\pi(f_c - f_m)t) \right]$$

Oltre alla portante ho due bande laterali centrate sulle frequenze somma e differenza tra quelle della portante e del segnale modulante. Entrambe hanno ampiezza pari a quella della portante per la metà dell'indice di modulazione



$$a = \frac{2A_{SB}}{A_c}$$

$$A_{SB} (dB) - A_c (dB) = 20 \log\left(\frac{a}{2}\right)$$

Modulazione di ampiezza

$$V(t) = A_c [1 + a \cdot m(t)] \cos(2\pi f_c t + \vartheta)$$

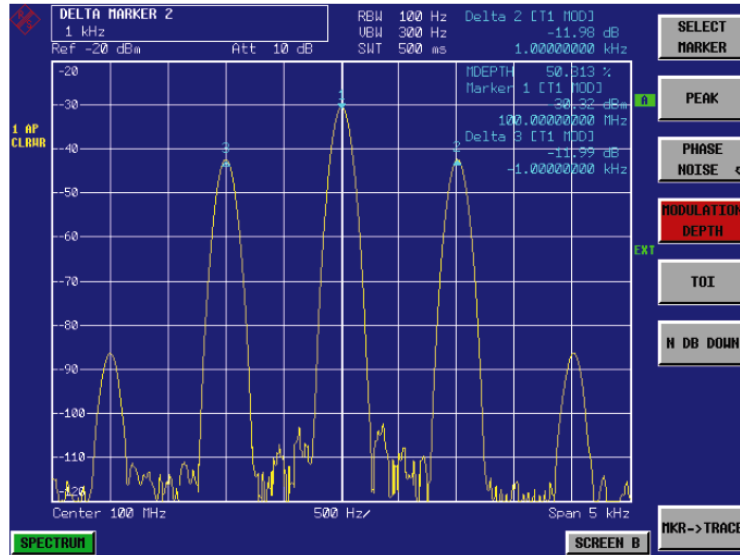
A_c : ampiezza della portante
 f_c : frequenza della portante

a : indice di modulazione ($0 \leq a \leq 1$)
 $m(t)$: segnale modulante

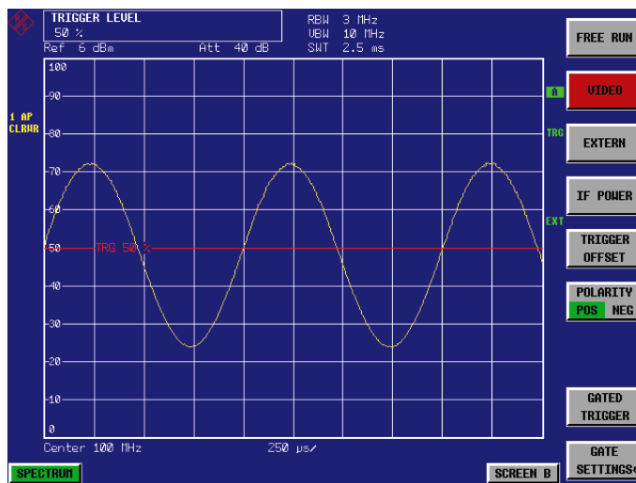


100.000 000 MHz		-10.0 dBm
Modulation/AM	RF On	
AM Depth		30.0 %
AM Source		Off
Ext Coupling		AC
LFGen Freq		1.00000 kHz
Back ↵		

Misura dell'indice di modulazione



Visualizzazione in time domain



$f_c=100$ MHz
 $f_m=1$ kHz

SETTING
Centr. Freq. 100 MHz
SPAN 0
RBW > BW
RANGE LINEAR
VIDEO TRIGGER

Modulazione di frequenza

$$v(t) = A \cos [2\pi f_c t + m \cos (2\pi f_m t) + \phi]$$

A: ampiezza della portante
 f_c : frequenza della portante

m: indice di modulazione

$$\Delta f = m f_m \text{ max dev. freq.}$$



$$m = \frac{\Delta f}{f_m}$$

Banda segnale

$$B = 2(m + 1)f_m$$

100.0000000 MHz	-10.0 dBm
Modulation/FM	RF On
FM Deviation	10.0000 kHz
FM Source	Off
Ext Coupling	AC
LFGen Freq	1.00000 kHz
FM Bandwidth	Standard
FM Offset	
Back	↵

Modulazione di frequenza

$$v(t) = A \cos [2\pi f_c t + m \cos (2\pi f_m t) + \phi]$$

A: ampiezza della portante
 f_c : frequenza della portante

m: indice di modulazione

$$v(t) = A \sum_{n=-\infty}^{+\infty} J_n(m) \cos [2\pi(f_c - n f_m)t + \phi]$$

$$J_{-n}(m) = (-1)^n J_n(m)$$

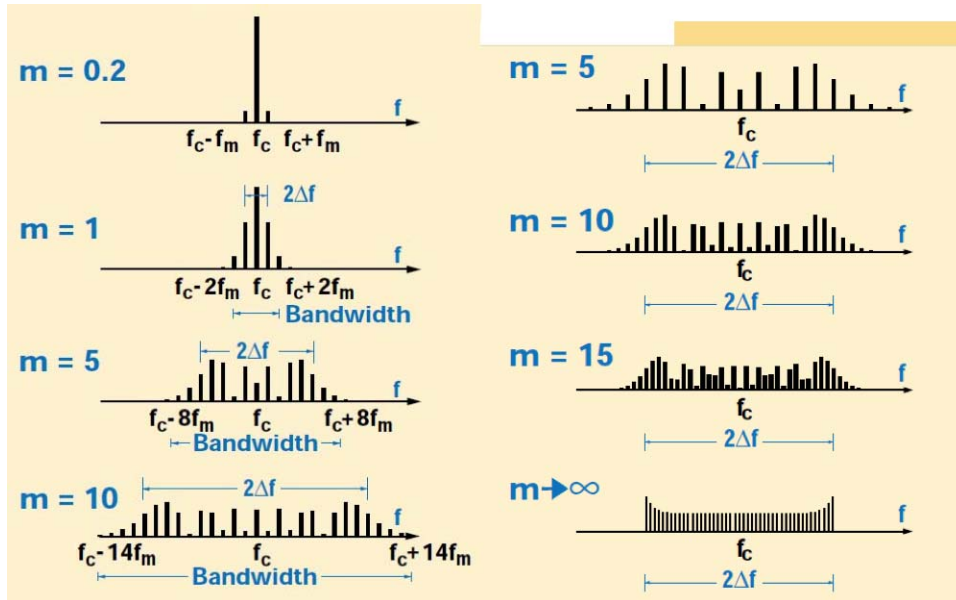
$$J_n(m) \approx 0 \text{ if } n > m + 1$$

$$B = 2(m + 1)f_m$$

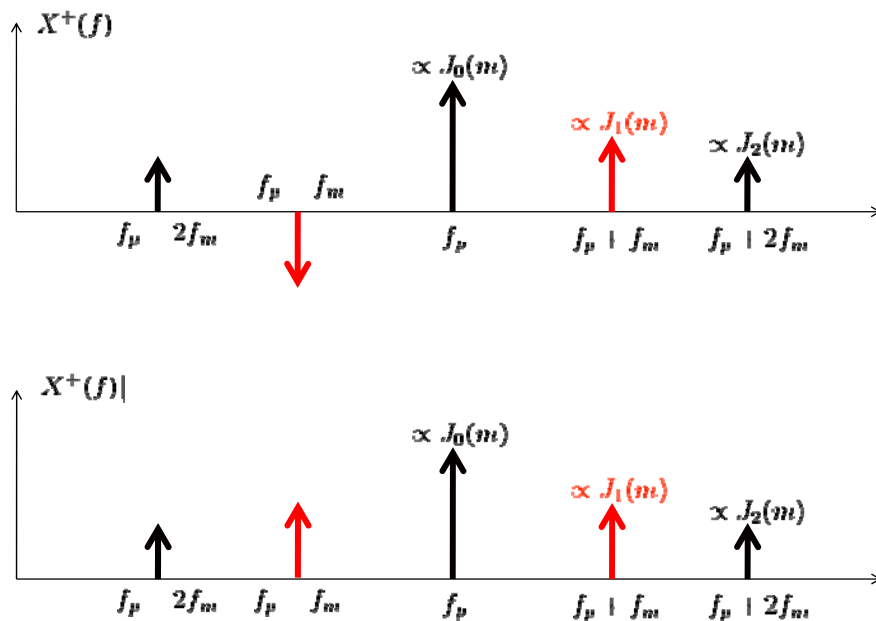
Regola di Carson

$$J_0(2.4) = 0 \rightarrow$$

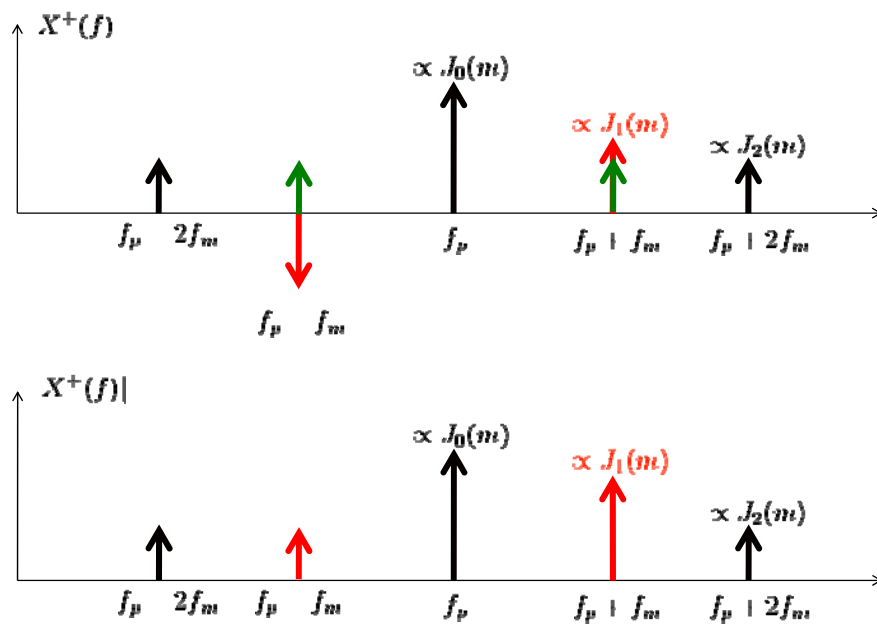
Modulazione di frequenza



Modulazione di frequenza sullo SPA



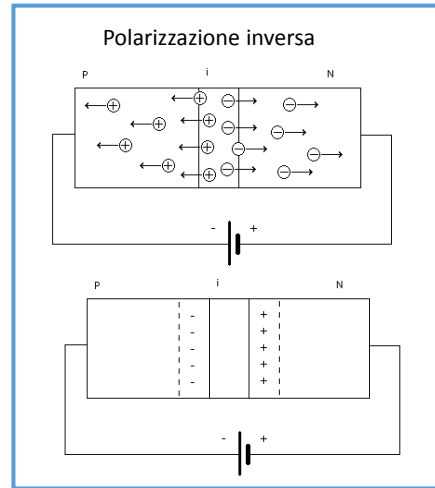
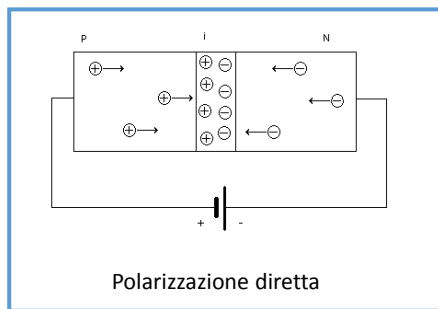
Modulazione di frequenza con AM sovrapposta



Diodi Step recovery

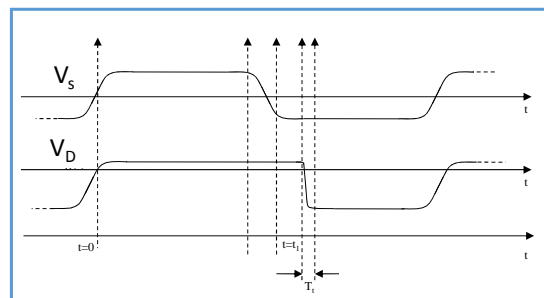
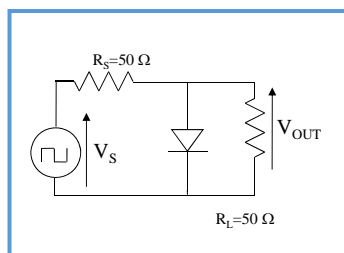
Diodi step recovery

- I diodi **step recovery** sono diodi di tipo p-i-n, dove la regione intrinseca è realizzata in modo da avere un tempo di vita media delle cariche il più lungo possibile.



Diodi Step Recovery

- Quando il diodo è polarizzato in diretta elettroni e lacune entrano nella regione intrinseca (accumulo) si ha quindi una corrente diretta nel diodo.
- Quando si inverte la tensione esterna, si inverte anche la corrente. La regione intrinseca inizia a svuotarsi (svuotamento) ma, per la presenza delle cariche accumulate, la tensione ai capi del diodo inizialmente rimane al valore che aveva in diretta.
- Quando tutte le cariche presenti nella regione intrinseca sono state eliminate la tensione ai capi del diodo si inverte bruscamente e il diodo si ritrova in polarizzazione inversa (transizione ed inversione).
- Poiché la velocità di commutazione è piuttosto alta, il diodo è in grado di generare un fronte di tensione piuttosto ripido, ovvero un segnale con una elevata occupazione di banda.



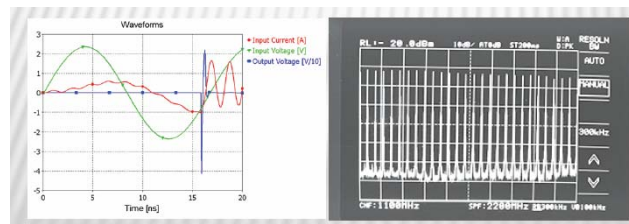
Tempi di transizione

- Il tempo di transizione, ovvero il tempo necessario all'inversione della tensione ai capi del diodo, è legato alla banda di frequenza del diodo.
- Considerando solo il diodo, limitazioni alla velocità di risposta sono legate agli elementi parassiti del diodo, ovvero alla capacità di giunzione e alla resistenza del semiconduttore.
- Pertanto, rappresentando il diodo mediante una capacità e una resistenza, la costante di tempo introdotta è data da $\tau=RC$

$$f \leq \frac{1}{2\pi\tau} = \frac{1}{2\pi RC} \quad \text{Frequenza di cut-off}$$

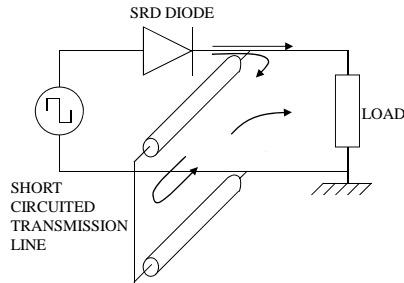
Al diodo rimangono associate frequenze di cut-off dell'ordine di 300 - 350 GHz.

componente



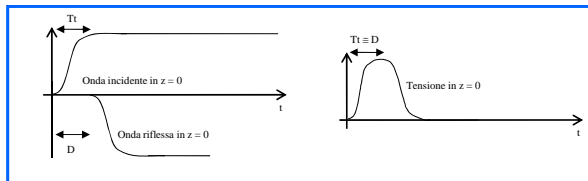
Generatore impulso gaussiano

- Un impulso gaussiano può essere generato a partire dal fronte d'onda del diodo step recovery.

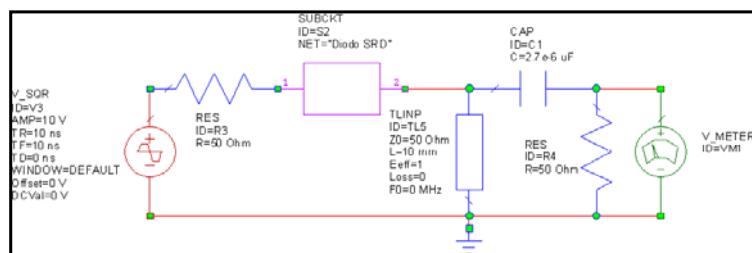


Il tratto di linea chiuso in corto genera una replica rovesciata e traslata nel tempo della transizione che si ricombina con quella incidente. Aumentando la lunghezza della linea, aumenta la durata dell'impulso.

In questo modo si riescono ad ottenere impulsi con ampiezze di qualche volts e durate di alcune centinaia di picosecondi.



Generatore monociclo



- Il monociclo si ottiene dall'impulso gaussiano con un processo di derivazione.
- La derivazione può essere semplicemente svolta da una capacità....