

RS & Tektronix

Seminario Tektronix

Roberto Cimbalo
Krey Account Manager

Giuseppe D'Angelo
Technical Sales Support

SEMINARIO TEKTRONIX

Laboratorio Didattico di Elettronica Circuitale – Aula B3

giovedì 16 marzo 2017

dalle ore 14.00 alle ore 16.00

(corso di Elettronica II)

agenda:

1. Presentazione di RS COMPONENTS ITALIA (Panoramica sull'offerta RS)
2. Il mondo dell'elettronica : (La strumentazione di misura – TEKTRONIX)
 > L'oscilloscopio TBS2102 > sistemi per la didattica - TEK Smart Lab
3. RS DESIGN SPARK : > Obsolescence Manager

Tektronix®

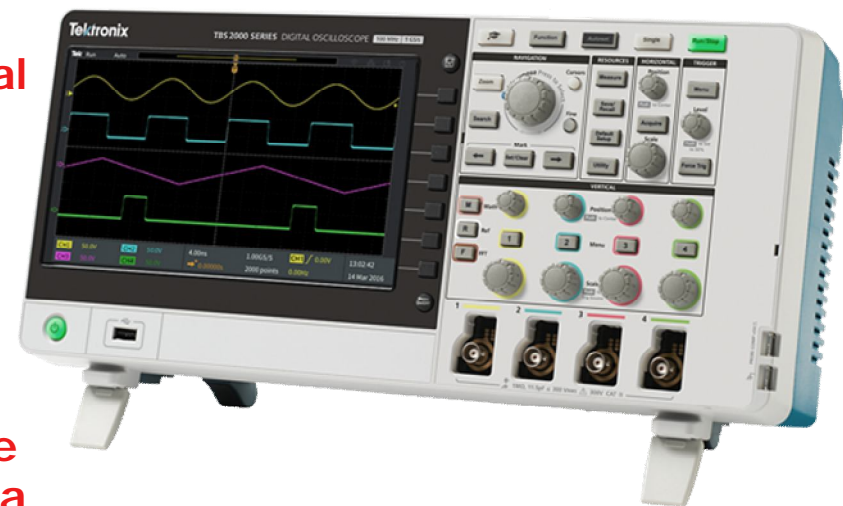
Digital Storage Oscilloscope

TBS2000 Series Datasheet



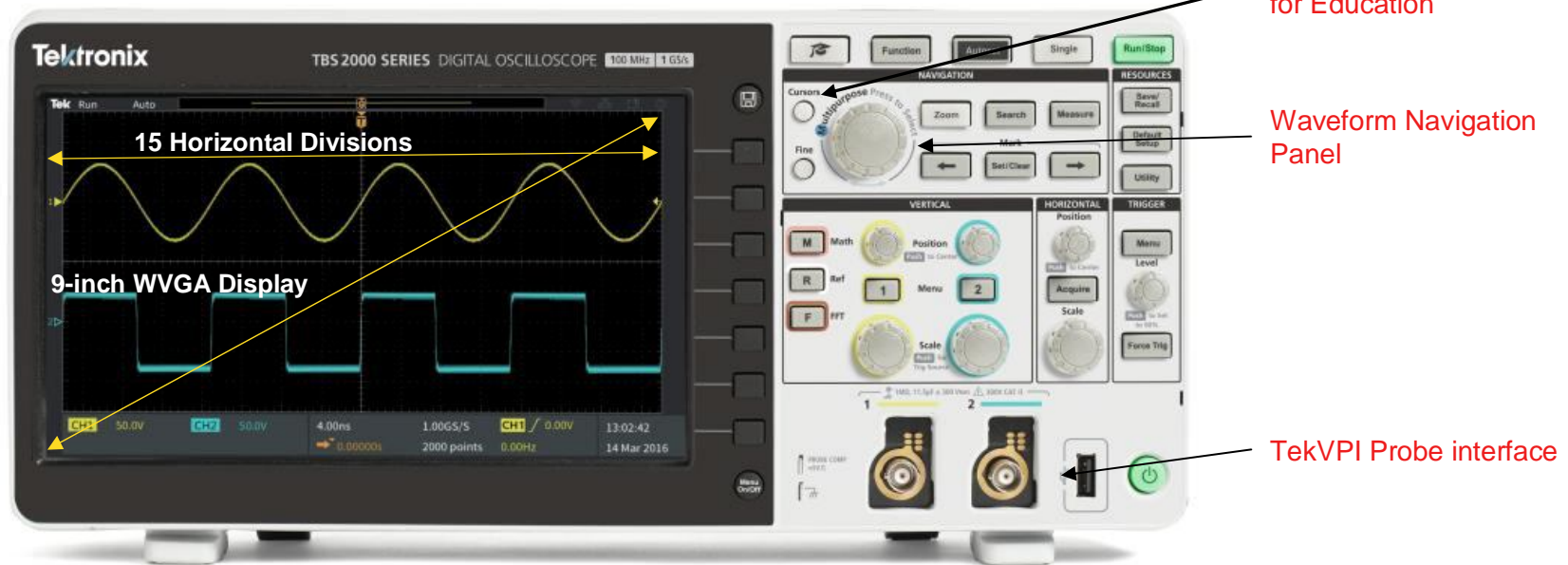
Next-Generation basic oscilloscope

- **LONGEST** record length in its class, at 20M points
- **BIGGEST** 9 inch WVGA display with 15 horizontal divisions, for 50% more signal viewing
- Easily and confidently analyze signals with on-waveform cursor readouts and Next-Generation basic oscilloscope 32 automatic measurements
- **ONLY** basic oscilloscope with the TekVPI Probe Interface for better application coverage with a wide range of active and current probes



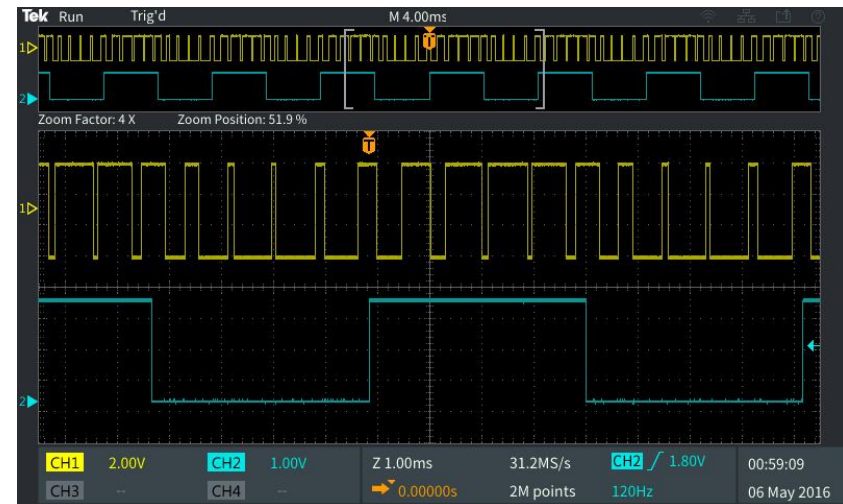
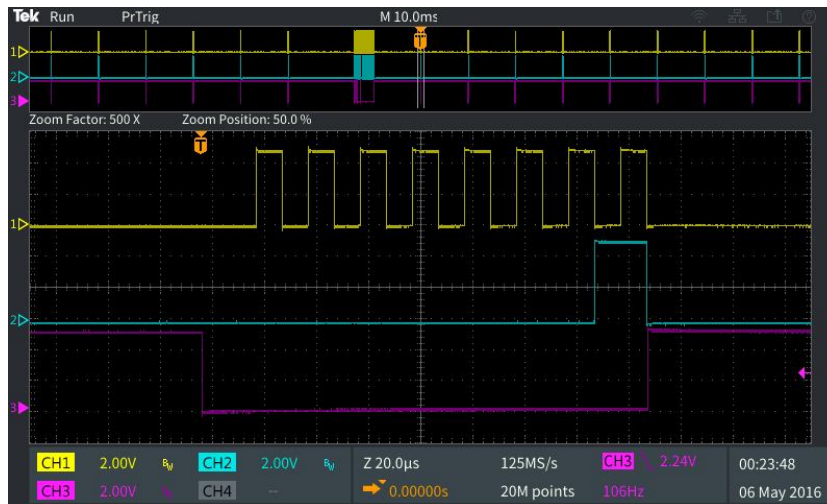
The Standout Differences

Large signal viewing area and new front panel



More Signal to See

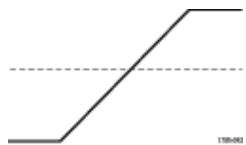
See More time per capture and per screen



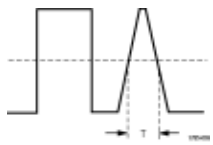
- 20M record length to capture long time windows: **longest record length in its class**
- **Industry's only** 15 horizontal divisions gives more time per screen
- Easily pan and zoom through long records with front-panel waveform navigation controls

Versatile Triggering

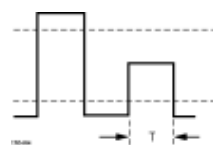
See anomalies FAST, especially on digital signals



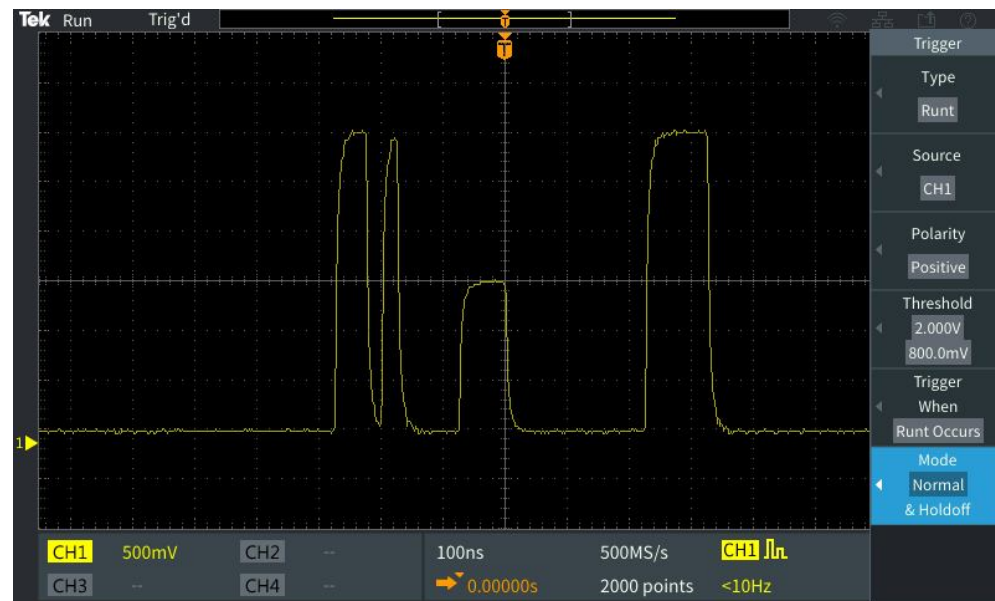
- Edge
 - Rise/Fall



- Pulse Width
 - Positive or Negative
 - Width: $>$, $<$, $=$, \neq

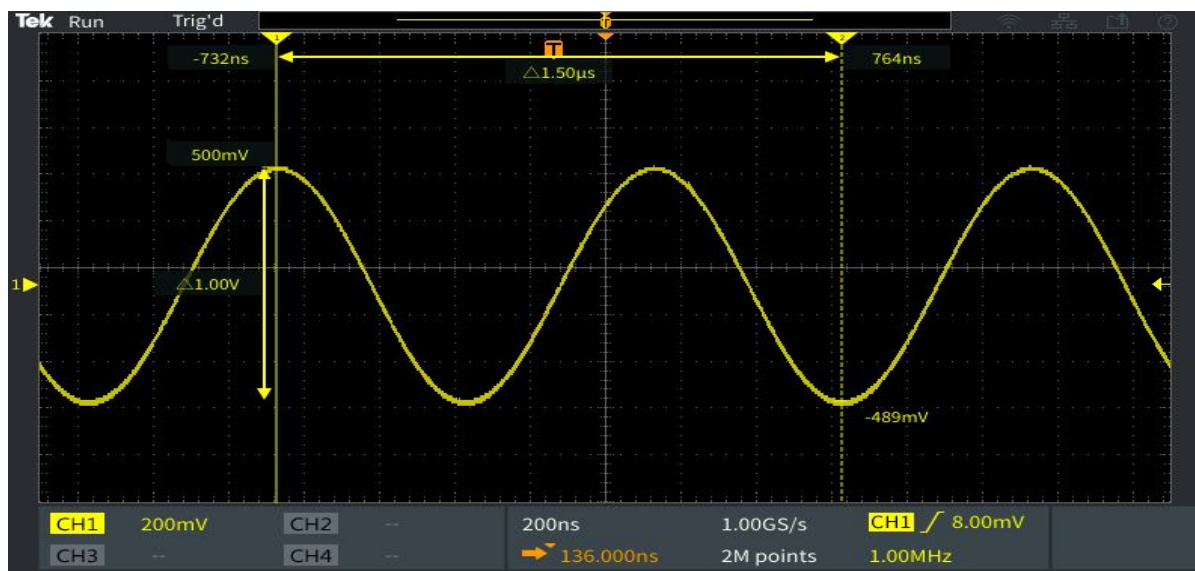


- Runt
 - Positive or Negative
 - Dual-thresholds
 - Width: any, $>$, $<$, $=$, \neq



Cursor Measurements

Measure with on-waveform readouts



Select Cursor



Move Cursor

- Time, Amplitude, Screen Cursors
- Measurements are placed on waveforms – just like a textbook!



Circuito passivo PASSA-BASSO

2.1.1. Il circuito RC (passa-basso)

Lo schema elettrico del circuito è quello riportato nella fig.24.

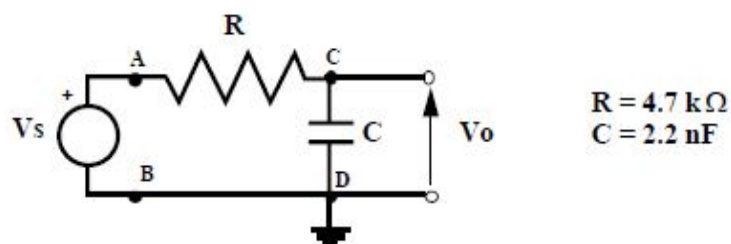


fig.24 Schema elettrico del circuito RC passa-basso.

Il segnale di uscita V_o può essere osservato mediante un oscilloscopio, e collegando il generatore V_s all'altro ingresso dell'oscilloscopio sarà possibile verificare come il circuito modifica il segnale applicato al suo ingresso.

2.1.1.1. - Determinazione della risposta in frequenza

Per determinare la risposta in frequenza del circuito occorre procedere come segue:

- 1) Collegare l'uscita del generatore di funzioni ai morsetti d'ingresso A e B del circuito e all'ingresso CH1 dell'oscilloscopio.

- 2) Collegare i morsetti d'uscita C e D del circuito all'ingresso CH2 dell'oscilloscopio.

- 3) Regolare il generatore di funzioni in modo che il segnale d'uscita sia una sinusoide con frequenza di circa 1KHz.

- 4) Regolare l'oscilloscopio in modo che venga visualizzato il segnale applicato all'ingresso CH1 (MODE CH1), con accoppiamento diretto (COUPLING DC), trigger sul segnale CH1 (SOURCE CH1; SLOPE +; CPLG DC; MODE NORM), scala dei tempi su 0.5 ms/div (MODE A; A AND B SEC/DIV 0.5 ms/div) e sensibilità verticale di 0.5 V/div (VOLTS/DIV 0.5 V/div).

- 5) Accendere l'oscilloscopio.

- 6) Ruotare completamente in senso antiorario la manopola di regolazione dell'ampiezza del segnale fornito dal generatore di funzioni.

- 7) Accendere il generatore di funzioni e regolarlo in modo che sullo schermo dell'oscilloscopio appaia una sinusoidale con ampiezza di 1V (2 div).

- 8) Portare il selettore MODE di VERTICAL su CHOP.

A questo punto appaiono sullo schermo dell'oscilloscopio sia il segnale d'ingresso che quello d'uscita, ed occorre regolare i potenziometri POSITION di VERTICAL in modo che i due segnali non si sovrappongano.

Lo schermo dell'oscilloscopio ha l'aspetto riportato nella fig.25.

Circuito passivo PASSA-BASSO

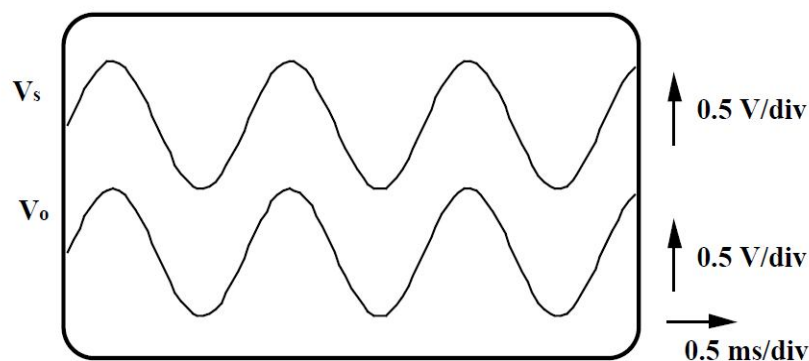


fig.25

Le due sinusoidi V_s e V_o hanno la stessa frequenza, la stessa ampiezza e sono in fase tra loro. Diminuendo la frequenza del segnale V_s vediamo che il segnale di uscita V_o continua ad avere la stessa ampiezza e la stessa fase di V_s .

Aumentando la frequenza del segnale V_s vediamo che, oltre un certo valore di frequenza, l'ampiezza del segnale V_o inizia a diminuire e la sua fase rispetto all'ingresso V_s diventa negativa. Continuando ad aumentare la frequenza del segnale V_s vediamo che la fase di V_o si porta al valore di 90° ($\frac{1}{4}$ di periodo) in ritardo, mentre l'ampiezza di V_o continua a diminuire. (v. fig.26)

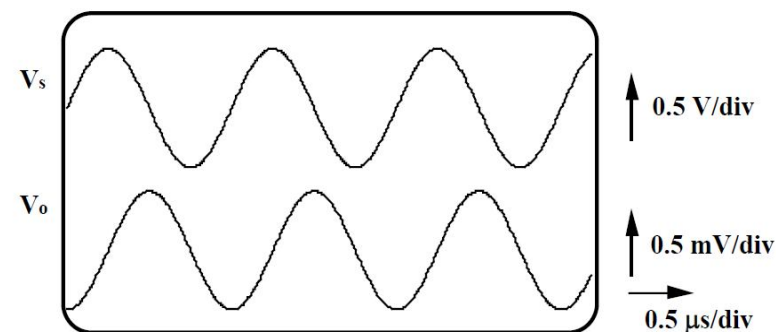


fig.26

Utilizzando la carta semilogaritmica, possiamo riportare in diagramma di Bode $\left| \frac{V_o}{V_s} \right|$ (modulo della risposta in frequenza) e la fase del segnale di uscita V_o rispetto al segnale d'ingresso V_s (fase della risposta in frequenza).

Dopo aver tracciato i diagrammi di Bode del modulo e della fase possiamo tracciare gli asintoti al diagramma di Bode di $\left| \frac{V_o}{V_s} \right|$ e ottenere una stima del valore della frequenza

superiore di taglio f_H della rete RC come ascissa del punto di intersezione degli asintoti. Possiamo determinare f_H in base alla definizione, ovvero come quel valore di frequenza (dalla parte delle frequenze maggiori del centro-banda) in corrispondenza del quale il

Circuito passivo PASSA-BASSO

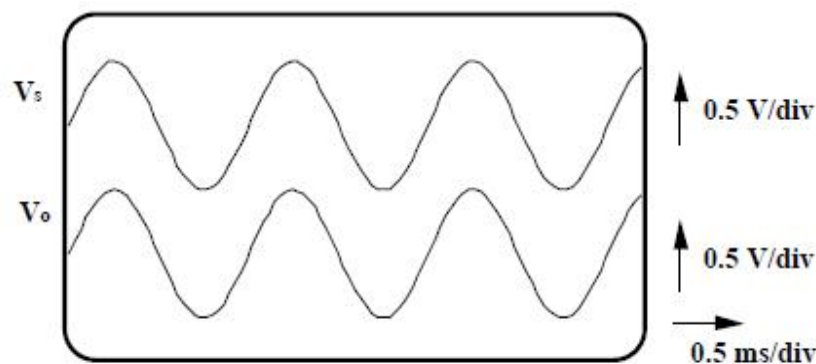


fig.25

Le due sinusoidi V_s e V_o hanno la stessa frequenza, la stessa ampiezza e sono in fase tra loro. Diminuendo la frequenza del segnale V_s vediamo che il segnale di uscita V_o continua ad avere la stessa ampiezza e la stessa fase di V_s .

Aumentando la frequenza del segnale V_s vediamo che, oltre un certo valore di frequenza, l'ampiezza del segnale V_o inizia a diminuire e la sua fase rispetto all'ingresso V_s diventa negativa. Continuando ad aumentare la frequenza del segnale V_s vediamo che la fase di V_o si porta al valore di 90° ($\frac{1}{4}$ di periodo) in ritardo, mentre l'ampiezza di V_o continua a diminuire. (v. fig.26)

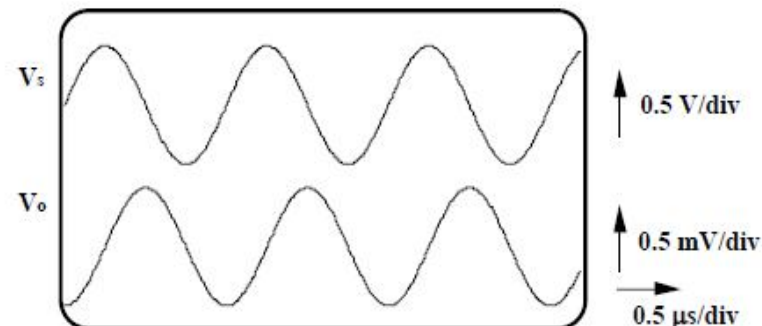


fig.26

Utilizzando la carta semilogaritmica, possiamo riportare in diagramma di Bode $\left| \frac{V_o}{V_s} \right|$ (modulo della risposta in frequenza) e la fase del segnale di uscita V_o rispetto al segnale d'ingresso V_s (fase della risposta in frequenza).

Dopo aver tracciato i diagrammi di Bode del modulo e della fase possiamo tracciare gli asintoti al diagramma di Bode di $\left| \frac{V_o}{V_s} \right|$ e ottenere una stima del valore della frequenza superiore di taglio f_H della rete RC come ascissa del punto di intersezione degli asintoti. Possiamo determinare f_H in base alla definizione, ovvero come quel valore di frequenza (dalla parte delle frequenze maggiori del centro-banda) in corrispondenza del quale il

Circuito passivo PASSA-BASSO

modulo della risposta in frequenza e' inferiore di 3dB rispetto al valore di centro-banda (che in questo caso corrisponde al valore in continua, trattandosi di un passa-basso). Possiamo poi osservare che:

$$a) \lim_{\omega \rightarrow 0} \left| \frac{V_o}{V_s} \right|_{dB} = 0 \text{ dB}$$

$$b) \lim_{\omega \rightarrow \infty} \left| \frac{V_o}{V_s} \right|_{dB} = -\infty \text{ dB}$$

$$c) \left| \frac{V_o}{V_s}(f_H) \right|_{dB} = -3 \text{ dB}$$

$$d) \lim_{\omega \rightarrow 0} \arg \left[\frac{V_o}{V_s} \right] = 0^\circ$$

$$e) \lim_{\omega \rightarrow \infty} \arg \left[\frac{V_o}{V_s} \right] = -90^\circ$$

$$f) \arg \left[\frac{V_o}{V_s}(f_H) \right] = -45^\circ$$

e concludere che i diagrammi di Bode tracciati corrispondono ad una risposta in frequenza:

$$T(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega/\omega_H}$$

con

$$\omega = 2\pi f ; \quad \omega_H = 2\pi f_H = \frac{1}{\tau}$$

Il valore della costante di tempo del circuito, $\tau = \frac{1}{2\pi f_H}$, può poi essere confrontato con il

valore calcolato $\tau_c = RC = 10.34 \mu s$ che ottiene dai valori nominali di R e C.

L'eventuale differenza fra τ e τ_c , che può essere dell'ordine del 10%, è imputabile ad errori di misura ed al fatto che il valore effettivo di resistenza e capacità e' diverso dal valore nominale a causa delle tolleranze di fabbricazione.

2.1.1.2. - La risposta al gradino.

Per osservare la risposta al gradino della rete RC occorre applicare all'ingresso della rete un segnale a onda quadra con semiperiodo molto maggiore della costante di tempo della rete. Per $R = 2.2 \text{ K}\Omega$ e $C = 4.7 \text{ nF}$ la costante di tempo, come abbiamo già visto, vale $\tau = 10.34 \mu s$: possiamo quindi utilizzare un segnale d'ingresso a onda quadra con frequenza molto minore di $\frac{1}{2\tau} \approx 48 \text{ KHz}$, ad esempio 1KHz.

Circuito passivo PASSA-BASSO

Regoliamo quindi il generatore di funzioni in modo che esso fornisca un segnale a onda quadra con frequenza di 1 KHz e ampiezza di 1V, e impostiamo una scala dei tempi di 5 μ s/div (MODE A; A AND B SEC/DIV 5 μ s/div).
Lo schermo dell'oscilloscopio appare come nella fig.27.

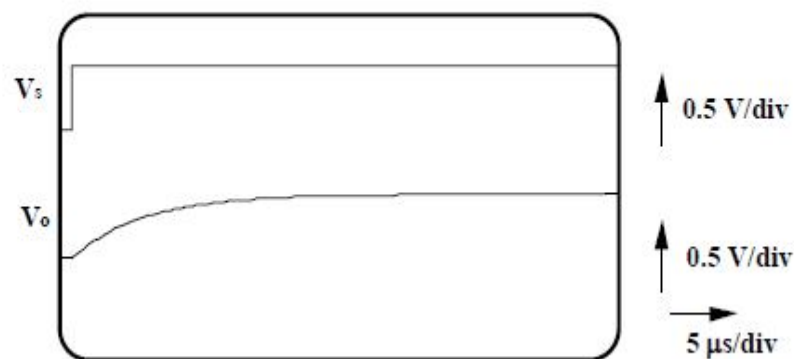


fig.27

E' ora possibile misurare il tempo di salita t_r , che è per definizione "il tempo necessario affinché il segnale di uscita in risposta ad un ingresso a gradino passi dal 10% al 90% del proprio valore finale" (v. fig.27).

Il tempo di salita di una rete con risposta in frequenza di tipo passa-basso è legato alla frequenza superiore di taglio dalla relazione

$$t_r \approx \frac{0.35}{f_H}$$

dalla quale si può stimare il valore di f_H mediante una misura del tempo di salita della risposta al gradino. Possiamo confrontare il valore di f_H così ottenuto con il valore teorico calcolato dai valori di R e C: saranno ovviamente diversi, a causa delle tolleranze nei valori dei componenti e degli inevitabili errori di misura.

Circuito passivo PASSA-ALTO

2.1.2. Il circuito CR (passa-alto)

Lo schema elettrico del circuito CR passa-alto è riportato nella fig.28

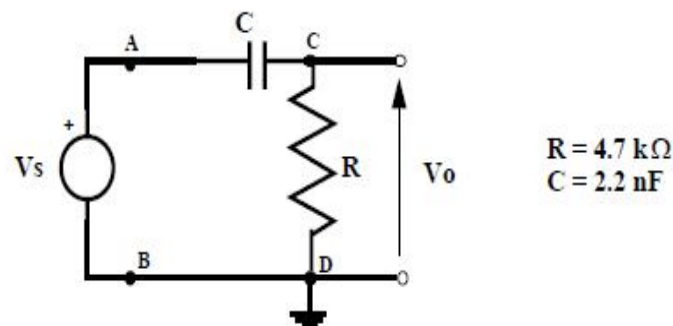


fig.28 Schema elettrico del circuito CR passa-alto.

Si tratta sostanzialmente della stessa rete che costituisce il circuito RC (passa-basso), in cui però il segnale di uscita è prelevato ai capi del resistore.

Per vedere nell'oscilloscopio il segnale d'ingresso V_s e quello di uscita V_o occorre seguire la procedura già descritta per il circuito RC (punti 1) - 8)): solo al p.to 3) il valore di frequenza della sinusoide deve essere di circa 1 MHz, ed al p.to 4) la base dei tempi deve essere impostata su $0.2 \mu\text{s}/\text{div}$. Lo schermo dell'oscilloscopio appare come nella fig.29.

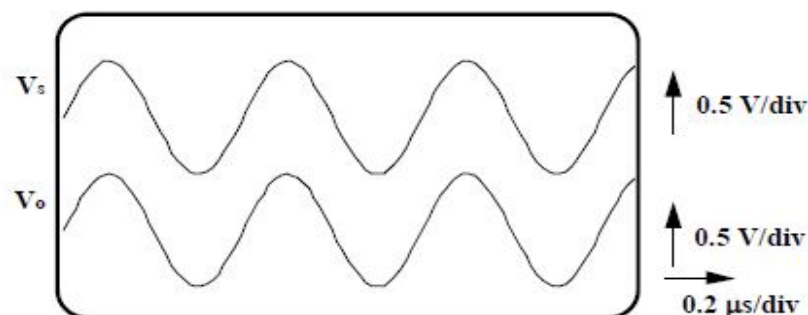


fig.29

I due segnali V_o e V_s sono sinusoidali con la stessa frequenza e la stessa ampiezza, e sono in fase tra loro. Aumentando la frequenza del segnale d'ingresso V_s , il segnale d'uscita V_o continua ad avere la stessa ampiezza e la stessa fase di quello d'ingresso. Diminuendo la frequenza del segnale d'ingresso V_s si osserva che, al di sotto di un certo valore di frequenza, l'ampiezza del segnale d'uscita V_o inizia a diminuire e la sua fase rispetto a V_s diventa positiva. Continuando a diminuire la frequenza del segnale applicato all'ingresso, la fase del segnale di uscita V_o tende al valore di 90° in anticipo, e la sua ampiezza continua a diminuire, tendendo a zero. (v. fig.30).

Circuito passivo PASSA-ALTO

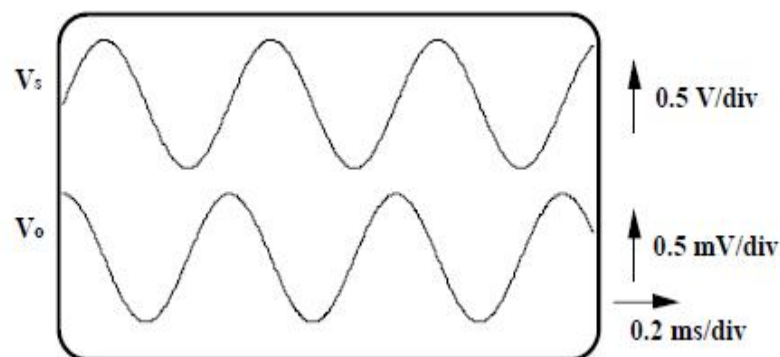


fig.30

Dopo aver riportato i valori del modulo e della fase di $\frac{V_o}{V_s}$ in funzione della frequenza su carta semilogaritmica (diagrammi di Bode del modulo e della fase della risposta in frequenza), tracciando gli asintoti per f tendente a zero e f tendente all'infinito si ottiene il valore della frequenza inferiore di taglio f_L . Il valore stimato della frequenza inferiore di taglio f_L è l'ascissa del punto d'interazione degli asintoti. Analogamente a quanto visto per il circuito passa-basso possiamo determinare f_L in base alla definizione, ovvero come quel

valore di frequenza (dalla parte delle frequenze minori del centro-banda) in corrispondenza del quale il modulo della risposta in frequenza è inferiore di 3dB rispetto al valore di centro-banda (che in questo caso corrisponde al valore a frequenza "infinita", trattandosi di un passa-alto). Dall'osservazione della risposta in frequenza vediamo che:

$$g) \lim_{\omega \rightarrow 0} \left| \frac{V_o}{V_s} \right|_{dB} = -\infty \text{ dB}$$

$$h) \lim_{\omega \rightarrow \infty} \left| \frac{V_o}{V_s} \right|_{dB} = 0 \text{ dB}$$

$$i) \left| \frac{V_o}{V_s} \right|_{dB}(f_H) = -3 \text{ dB}$$

$$j) \lim_{\omega \rightarrow 0} \arg \left[\frac{V_o}{V_s} \right] = 90^\circ$$

$$k) \lim_{\omega \rightarrow \infty} \arg \left[\frac{V_o}{V_s} \right] = 0^\circ$$

$$l) \arg \left[\frac{V_o}{V_s} \right](f_L) = 45^\circ$$

Circuito passivo PASSA-ALTO

e possiamo quindi concludere che i diagrammi di Bode tracciati corrispondono ad una risposta in frequenza:

$$T(j\omega) = \frac{j\omega/\omega_L}{1 + j\omega/\omega_L}$$

$$\text{con } \omega = 2\pi f \text{ e } \omega_L = 2\pi f_L = \frac{1}{\tau}$$

Il valore della costante di tempo del circuito, $\tau = \frac{1}{2\pi f_L}$, può essere confrontato col valore $\tau_c = RC = 10.34 \mu s$ che ottiene dai valori nominali di R e C; valgono al riguardo le considerazioni già esposte per il passa-basso.

2.1.2.2. - La risposta al gradino

Applicando all'ingresso della rete CR un segnale a onda quadra con semiperiodo molto maggiore della sua costante di tempo, possiamo osservare la risposta al gradino della rete. Essendo la costante di tempo pari a $\tau = RC = 10.34 \mu s$, possiamo usare un segnale d'ingresso a onda quadra con frequenza di 1KHz ($\frac{1}{2\tau} \approx 48 \text{ KHz}$). Dopo aver regolato il generatore di funzioni in modo che esso fornisca un segnale a onda quadra con frequenza

di 1KHz e ampiezza 1V, e impostiamo una scala dei tempi di $5 \mu s/\text{div}$ (MODE A; A AND B SEC/DIV $5 \mu s/\text{div}$). Lo schermo dell'oscilloscopio appare come nella fig.31.

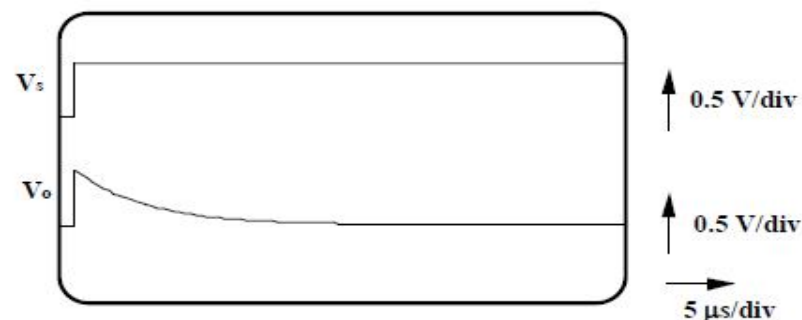


fig.31

Possiamo ora misurare il tempo di discesa t_f , che è "il tempo necessario affinché il segnale di uscita in risposta ad un ingresso a gradino passi dal 90% al 10% del proprio valore iniziale" (v. fig.31). Nel caso di una rete passa-alto a singola costante di tempo, il tempo di discesa è legato alla frequenza inferiore di taglio dalla relazione

$$t_f \approx \frac{0.35}{f_L}$$

da cui si può ottenere il valore della frequenza inferiore di taglio mediante una misura del tempo di discesa della risposta al gradino. Tale valore può essere poi confrontato con il valore di f_L calcolato dai parametri del circuito.

Flexible Probing Solutions

Measure a wider range of signals

- Supports voltage and current probes with TekVPI and standard BNC interfaces
 - First basic oscilloscope with the TekVPI™ interface
- Probes automatically communicate scale factors to the oscilloscope
- Active probes are powered by the oscilloscope. No external power needed.
- Probe guidance (e.g. open-jaw errors, offset settings, and degauss requirements) is presented on the scope display



Network-Based Instrument Management Solution

MANAGE YOUR LAB INSTRUMENTS AND LAB TEACHING WORKFLOW MORE EFFICIENTLY

- TBX3000A (Hardware)
 - Supports six instruments via USB
 - LAN standard and
 - WiFi with USB-WiFi dongle (802.11n)
- TSL3000B (Software)
 - Supports 100 benches and 600 instruments
 - Applications for instructor, lab manager and students



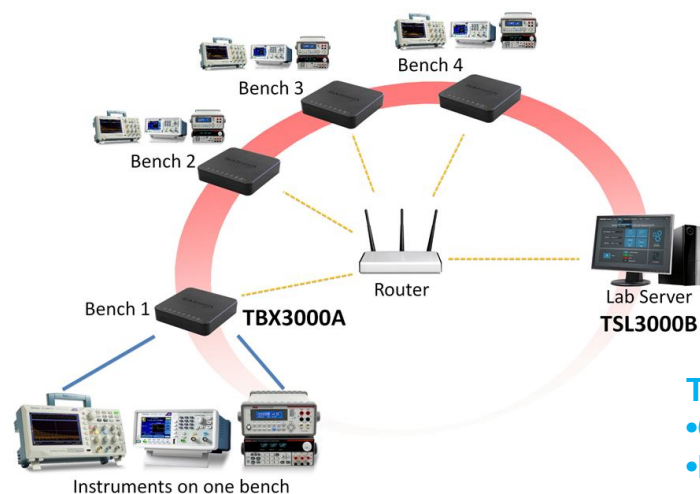
Network-Based Instrument Management Solution

Instruments supported

- Oscilloscopes
 - TBS1000B-EDU, TDS2000C, DPO/MSO2000B , MDO3000, TBS1000, **NEW! TBS2000**
 - *Legacy: TDS1000B, TDS1000C-SC, TDS1000C-EDU, DPO/MSO2000*
- Signal Sources
 - AFG1000, AFG2021, AFG3000C
 - *Legacy: AFG3000(B)*
- Digital Multimeters
 - DMM4000, DMM2110, DMM2100
- Power Supplies
 - 2220, 2230, 2231A



Network-Based Instrument Management Solution



TSL3000B: One per Lab

- Communicates with TBX3000A's via network
- Applications for lab manager, instructor and students

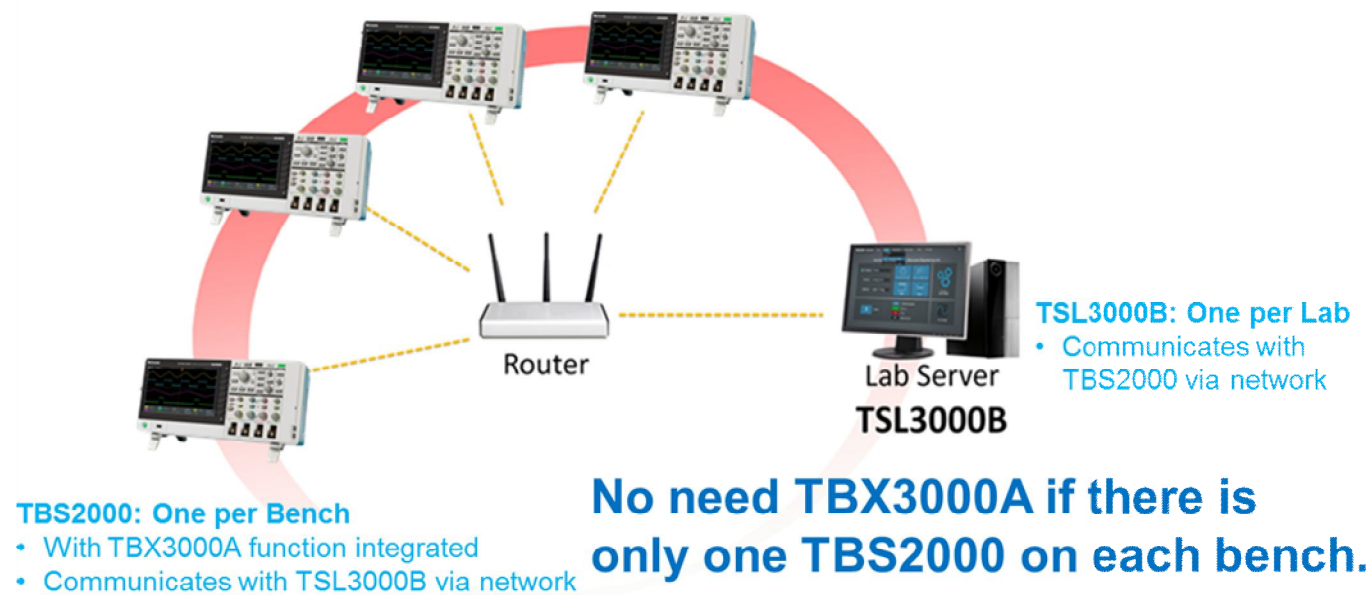
TBX3000A: One per Bench

- Communicates with TSL3000B via network
- Manages the connected instruments

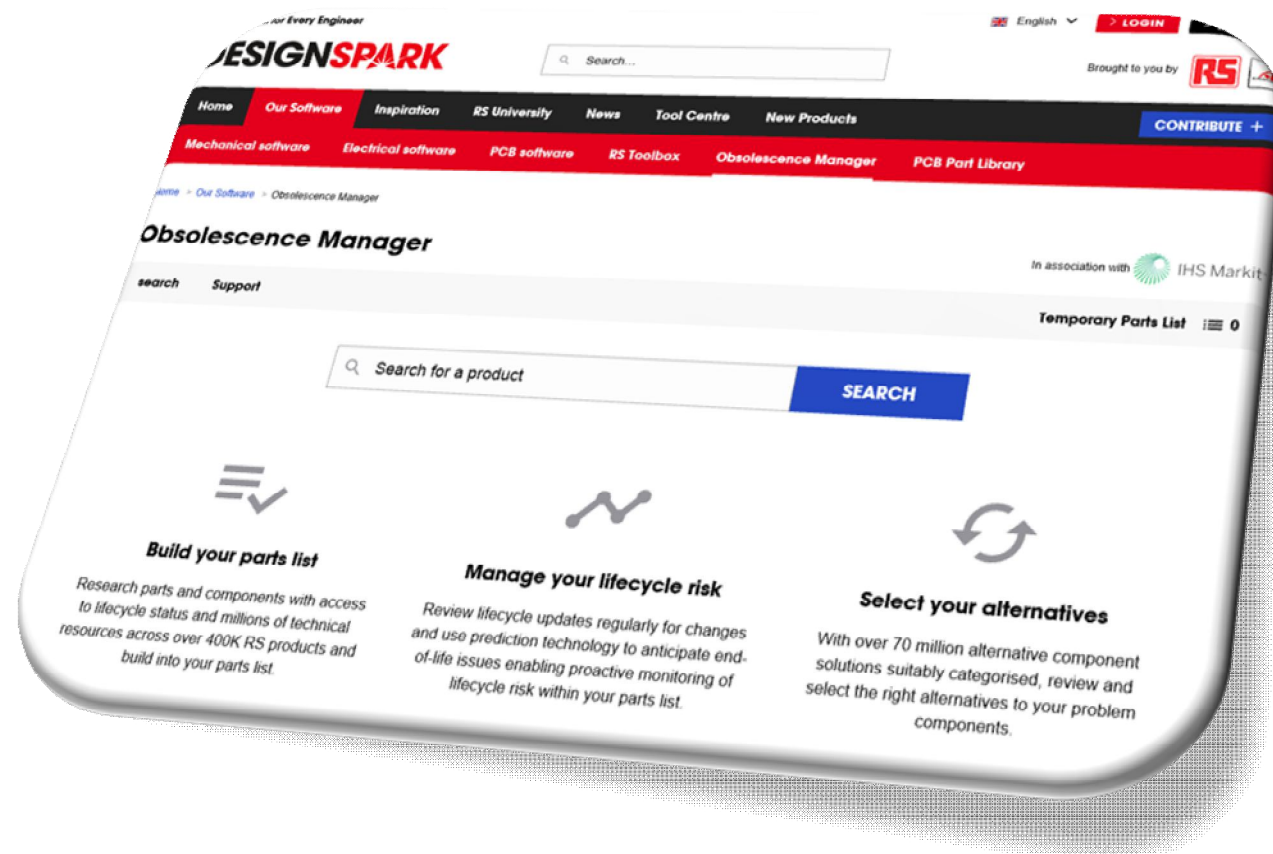
- Easy Setup
 - No need to run LAN cables
 - No need to configure instruments
 - Supports instruments for up to five years after discontinuation
- Reliable
 - TBX3000A features robust design
 - TBX3000A manages connected instruments directly to reduce lab server load

Network-Based Instrument Management Solution

WITH ONE TBS2000 ON EACH BENCH



RS Obsolescence Manager



G R A Z I E !!