

M320 – ESAME DI STATO DI ISTITUTO TECNICO INDUSTRIALE

Corso di orientamento

Indirizzo: ELETTRONICA E TELECOMUNICAZIONI

Tema di: ELETTRONICA

(Testo valevole per i corsi di ordinamento e per i corsi sperimentali del progetto “SIRIO”)

Punto 1

Si calcolano le funzioni di trasferimento:

$$\frac{V_1(s)}{V_a(s)} = -\frac{R_2}{R_1} \cdot \frac{1}{(1 + sCR_2)} = -\frac{4}{(1 + 0,0002s)}$$

$$\frac{V_2(s)}{V_a(s)} = \frac{R_2 \cdot R_4}{R_1 \cdot R_3} \cdot \frac{1}{(1 + sCR_2) \cdot (1 + sCR_4)} = \frac{80}{(1 + 0,0002s)^2}$$

L'integratore attivo reale presenta un'amplificazione molto alta a basse frequenze e un'amplificazione teoricamente infinita per la continua. Per cui, per limitare il guadagno in continua, l'integratore può essere convenientemente realizzato mediante un filtro passa-basso attivo che si comporta da integratore pur di operare a frequenze nettamente superiori alla frequenza di taglio f_T di almeno una decade.

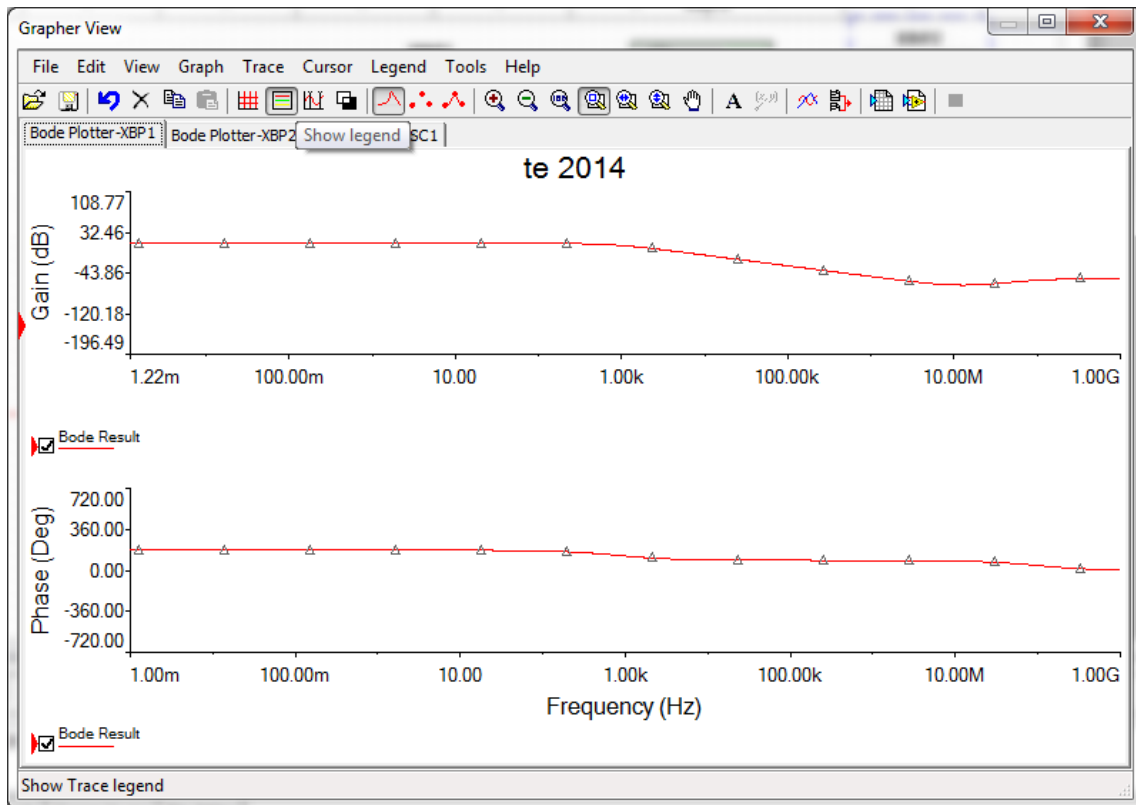
Quindi: $f > 10 \cdot f_T$

Così facendo, nel caso di un filtro passa-basso di primo ordine, opererebbe in una zona in frequenza in cui ha un guadagno di -20 dB/dec.

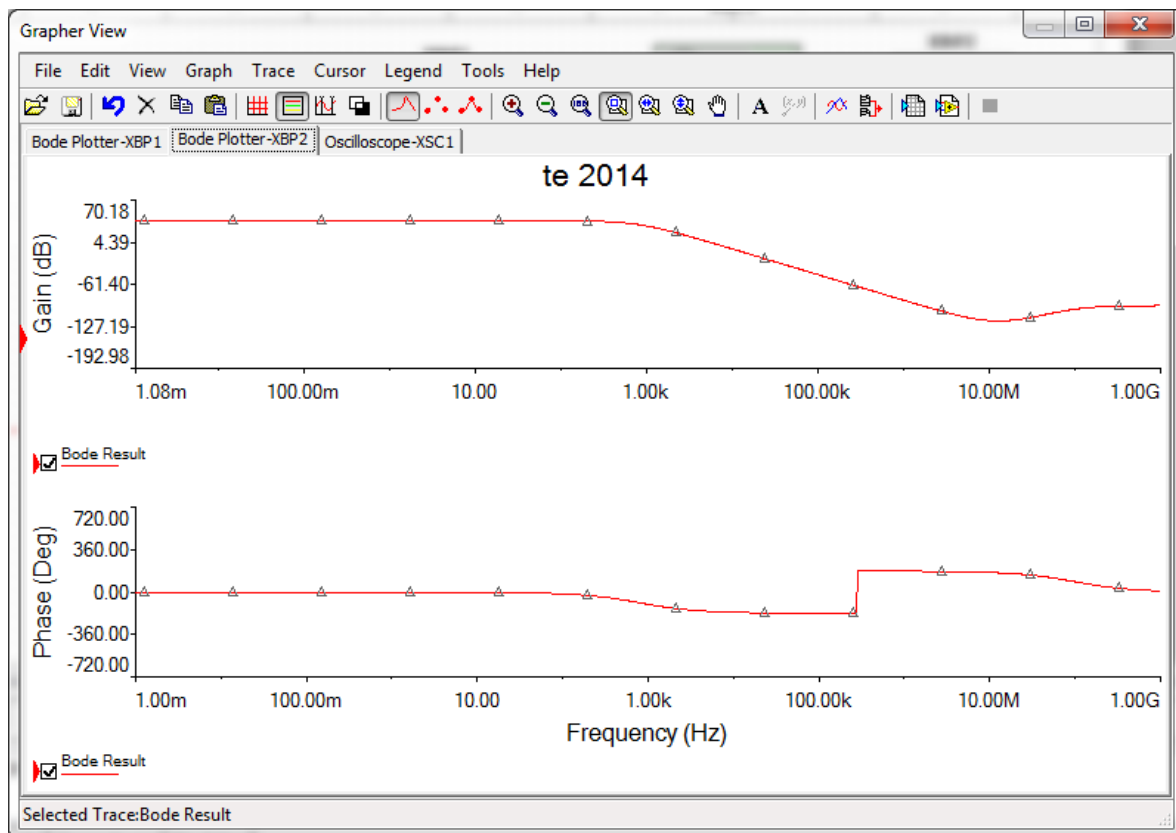
Per il sistema in esame la frequenza di taglio vale:

$$f_T = \frac{1}{2\pi \cdot 0,0002} = 796 \text{ Hz}$$

In figura è riportato il diagramma di Bode della fdt $\frac{V_1(s)}{V_a(s)}$:



In figura è riportato il diagramma di Bode della fdt $\frac{V_2(s)}{V_a(s)}$:



Punto 2

La massima frequenza dell'onda quadra emessa dal blocco A, vale:

$$f_A = \frac{1}{100\mu} = 10 \text{ kHz}$$

Operiamo come se il segnale d'ingresso sia sinusoidale a frequenza 10 kHz (in alternativa per l'onda quadra sarebbe necessario integrare per tutte le armoniche da cui è composta).

Il modulo della funzione di trasferimento per i due blocchi in corrispondenza della frequenza del segnale applicato vale:

$$\left| \frac{V_1(s)}{V_a(s)} \right| = \left| -\frac{4}{(1 + 0,0002 \cdot 2\pi \cdot 10 \text{ k})} \right| = 0,2945$$

$$\Rightarrow G = -10,61 \text{ dB}$$

La tensione in uscita varia tra $V_1 = \pm 2,9 \text{ V}$

$$\left| \frac{V_2(s)}{V_a(s)} \right| = \left| \frac{80}{(1 + 0,0002 \cdot 2\pi \cdot 10 \text{ k})^2} \right| = 0,5039$$

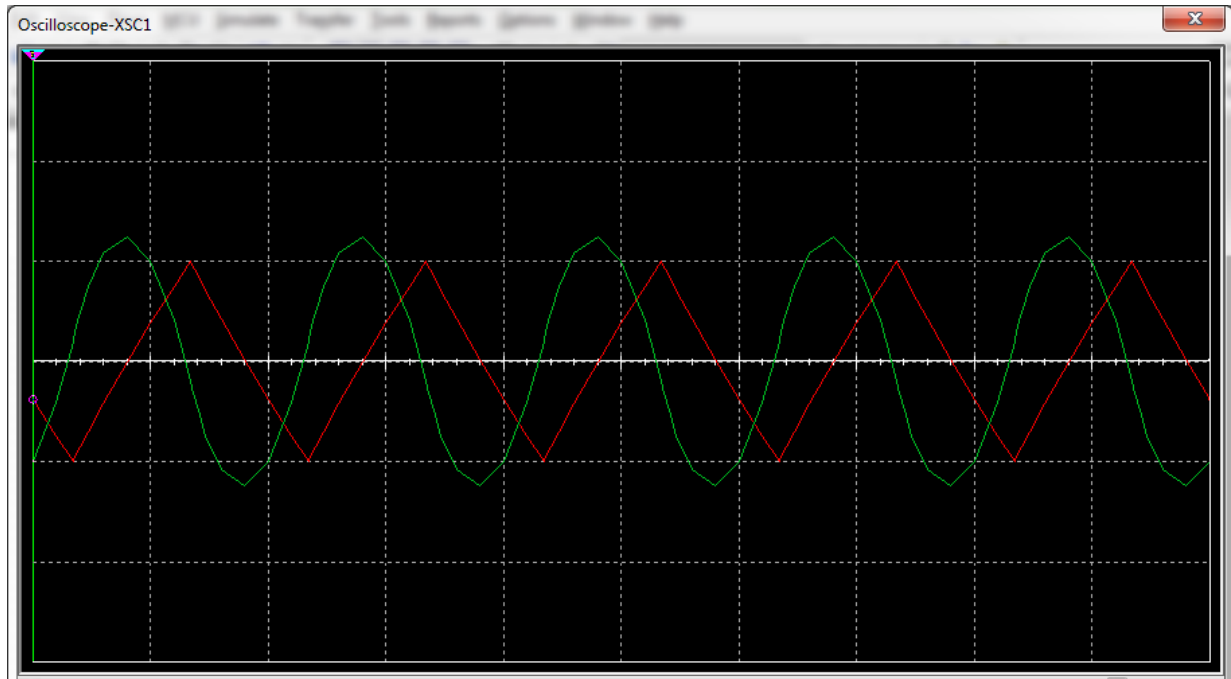
$$\Rightarrow G = -5,95 \text{ dB}$$

La tensione in uscita varia tra $V_2 = \pm 5 \text{ V}$

Punto 3

La tensione in uscita da V_1 è triangolare pur di operare a frequenze $f > 10 \cdot f_T$ come del resto si è fatto, dato che il segnale onda quadra ha frequenza $f_A = 10$ kHz. È possibile lanciare la simulazione in Multisim e visualizzare i segnali sull'oscilloscopio di cui si riporta lo schermo nella figura seguente. Questo segnale è riportato di colore rosso.

Il blocco U_2 integra il segnale triangolare a frequenza 10 kHz proveniente da V_1 il quale in uscita da V_2 tende ad essere sinusoidale. Tutte le armoniche superiori alla frequenza di taglio del secondo filtro vengono ulteriormente attenuate da questo e in uscita si ottiene un segnale con un gruppo ancor più ridotto di armoniche tendente ad una sola (al limite, se si avesse la sola armonica fondamentale, si produrrebbe V_2 sinusoidale). Questo segnale è riportato di colore verde nella figura seguente.

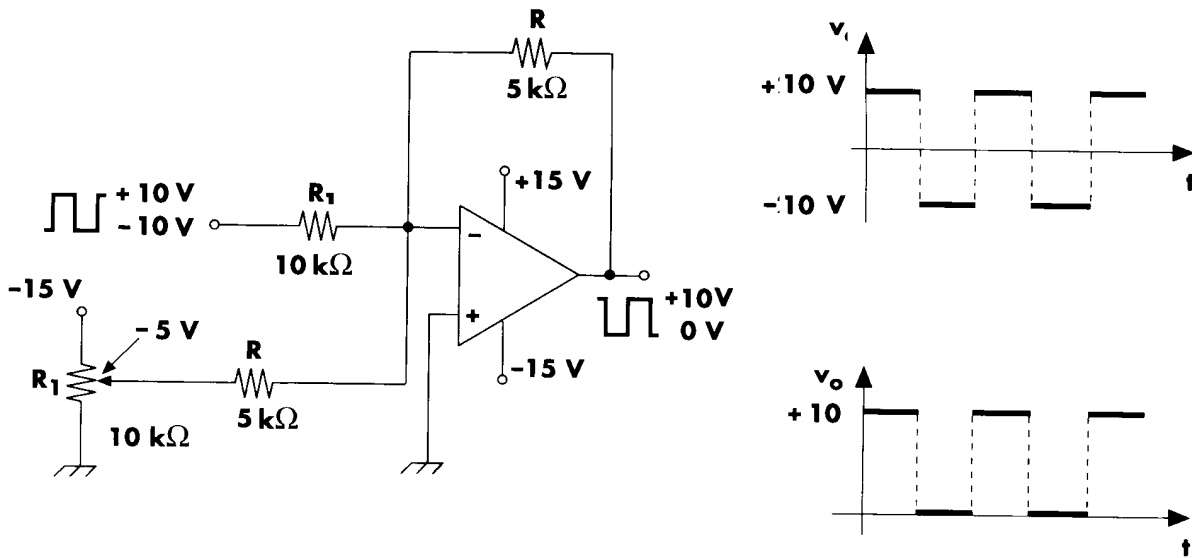


Punto 4

Il segnale fornito dal generatore $\pm 10\text{ V}$ viene applicato in ingresso ad un attenuatore, capace di ridurre il segnale alternato quadro a un valore di 5 V di picco; a questo segnale si somma una tensione continua di 5 V in modo da ottenere un segnale TTL tra 0 e 10 V . Supposto in ingresso solo il segnale onda quadra, $R/R_1 = 0,5$ garantisce in uscita un segnale 5 V di picco. Questo valore è determinato operando il rapporto delle tensioni uscita/ingresso:

$$5\text{ V}/10\text{ V} = 0,5$$

Per quanto riguarda l'altro ingresso del sommatore il guadagno è -1 e quindi per avere in uscita una componente continua $V = +5\text{ V}$ bisogna applicare in ingresso una tensione continua di -5 V . Questo valore è ricavato dalla tensione di alimentazione $V_{dd} = -15\text{ V}$, tramite un trimmer potenziometrico da tarare sperimentalmente.



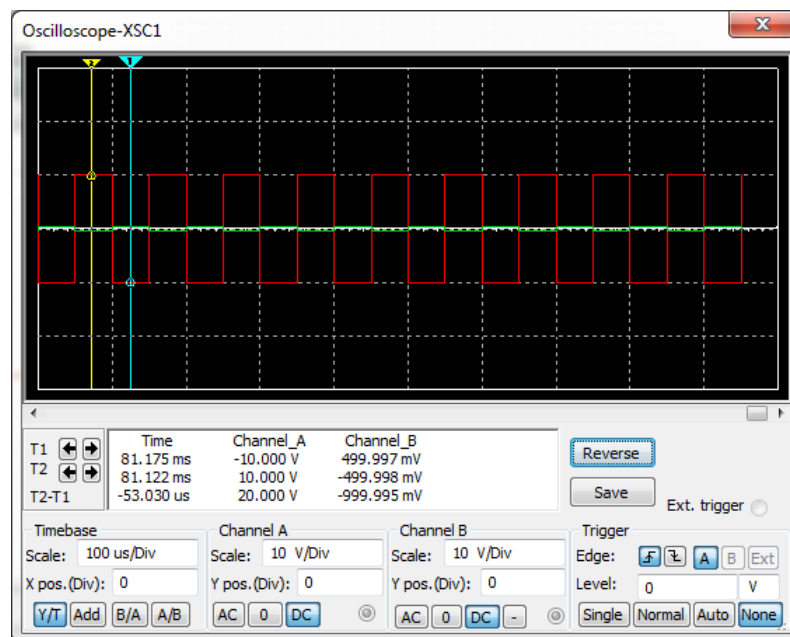
Punto 5

L'uscita dal blocco circuitale V_4 è un'onda quadra invertita rispetto a quella emessa da A, dato che il segnale è collegato all'ingresso negativo del OP.AMP., attenuata R_{p1}/R_5 e traslata per mezzo di R_{p2} .

Analizziamo l'effetto dei due trimmer considerando che essendo il sistema lineare vale il principio di sovrapposizione degli effetti, per cui l'effetto finale è dato dalla somma degli effetti prodotti da ogni singolo generatore di segnale quando gli altri generatori sono spenti. Mettendo a massa $V+$ dell'OP.AMP. e ruotando il trimmer R_{p1} il segnale prodotto su V_4 è attenuato del rapporto tra R_{p1}/R_5 rispetto a V_A in ingresso.

Ruotando il trimmer tutto in un verso, in modo che fornisca una resistenza di 1k, il segnale in ingresso è attenuato della quantità: $R_{p1}/R_5 = 1 \text{ k}/20 \text{ k} = 0,05$. Per cui produce

$$V_4 = V_A \cdot (-0,05) = \pm 10 \text{ V} \cdot (-0,05) = \pm (-0,5) \text{ V}$$



Ruotando il trimmer nell'altro verso, in modo che fornisca una resistenza nulla, il segnale in ingresso è abbattuto totalmente:

$$V_4 \cong 0$$

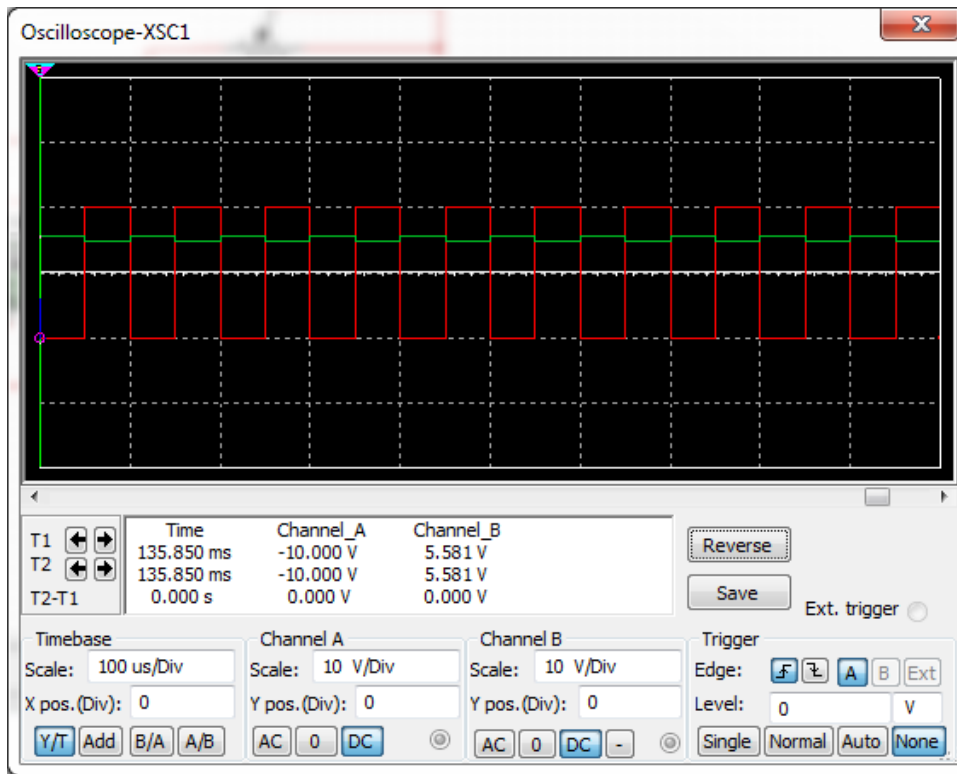
Agendo sul trimmer R_{p2} invece si produce una traslazione di livello, variando la continua che viene sommata al segnale onda quadra. Ruotando il potenziometro tutto in un verso si ottiene una tensione di 5 V, mentre tutto nell'altro verso -5 V. Infatti sul circuito di riferimento scorre una corrente:

$$I = \frac{15 - (-15)}{30 \text{ k}} = 1 \text{ mA}$$

Le due figure seguenti riportano le misure effettuate dall'oscilloscopio di Multisim (con $R_{p1}/R_5 = 0,05$): il segnale V_A è in rosso e l'uscita V_4 è in verde.

In un caso la resistenza mostrata all'ingresso positivo dell'OP.AMP. vale 20 k Ω per cui per cui si ottiene una traslazione verso l'alto del segnale in uscita di:

$$V+ = -15 + 1 \text{ mA} \cdot 20 \text{ k}\Omega = 5 \text{ V}$$



Mentre nell'altro caso la resistenza mostrata all'ingresso positivo dell'OP.AMP. vale 10 kΩ per cui si ottiene una traslazione verso il basso del segnale in uscita:

$$V_+ = -15 + 1 \text{ mA} \cdot 10 \text{ k}\Omega = -5 \text{ V}$$

