

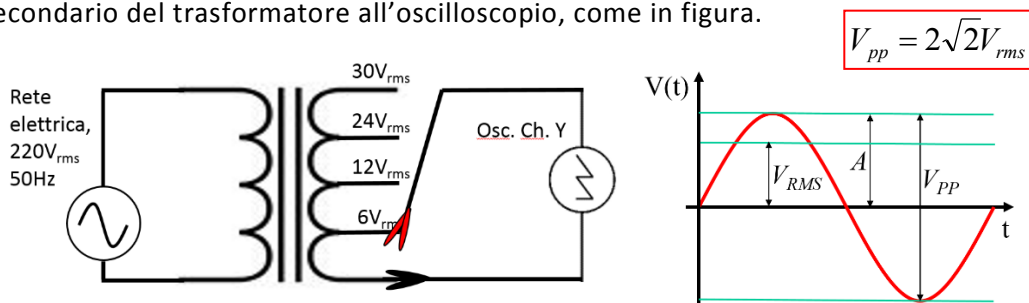
Esperienza 6 : semplici circuiti con diodi

Corso di Laboratorio di Elettromagnetismo e Circuiti, prof. S. Masi

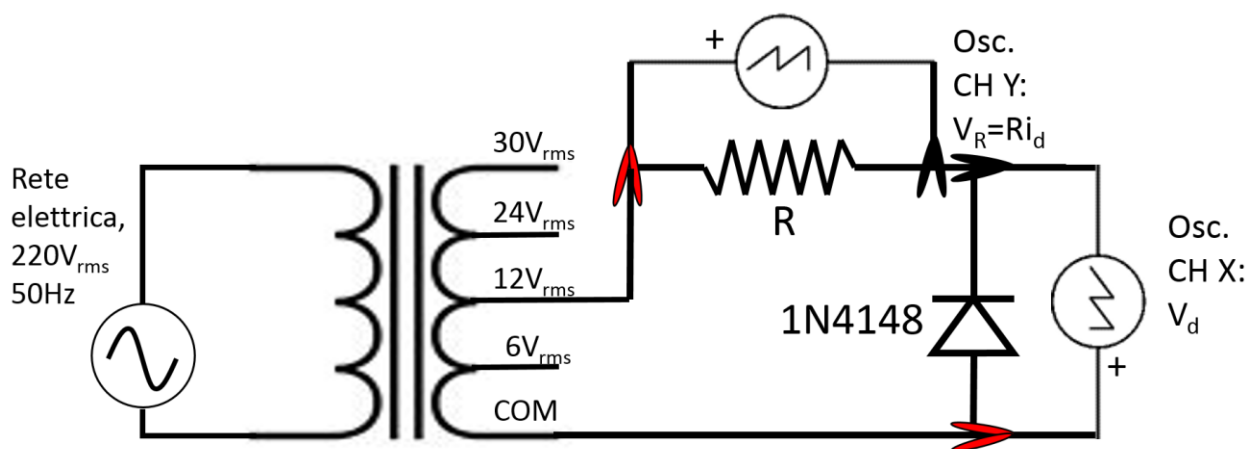
1 MISURA DELLA CARATTERISTICA DEL DIODO CON L' OSCILLOSCOPIO E IL TRASFORMATORE

Sono disponibili: un diodo mod. 1N4148, diversi resistori, un trasformatore con diversi secondari (6,12,24,30V_{rms}), l' oscilloscopio. Il diodo verrà alimentato dalla tensione alternata prodotta dal trasformatore (sinusoidale, alla frequenza di rete, 50 Hz), tramite una resistenza R, montata in serie, che limita la corrente che vi scorre quando è polarizzato direttamente.

Per prima cosa, conviene controllare la corrispondenza tra le tensioni rms indicate sul trasformatore, e le tensioni picco-picco effettivamente erogate, collegando direttamente il secondario del trasformatore all'oscilloscopio, come in figura.



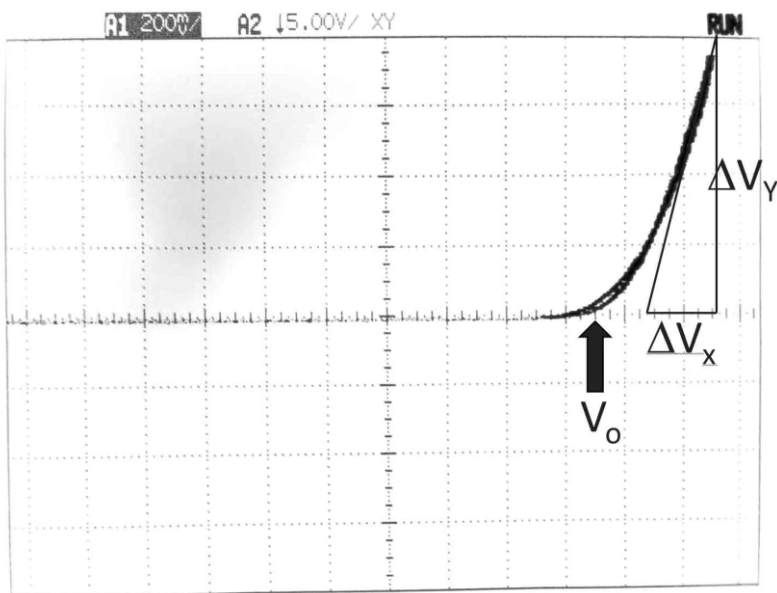
Si passa poi a inserire nel circuito il diodo con la sua resistenza in serie, collegandolo ai due canali dell'oscilloscopio come in figura:



La resistenza R andrà dimensionata in modo da limitare la corrente a meno di 200 mA. Se si usa l'uscita a 12V, ad esempio, deve essere $R > 12 \cdot 1.41 / 0.2 \Omega$, quindi $R = 100\Omega$ è un valore adatto.

L'oscilloscopio andrà utilizzato in modalità XY, curando di invertire il segnale sul canale Y, in modo da ottenere la visualizzazione della curva caratteristica del diodo sul monitor. Si otterrà un segnale simile a quello visualizzato a destra nella figura. Da questo si determineranno approssimativamente la tensione di ginocchio V₀ del diodo, e la sua resistenza per polarizzazione diretta R_d, come indicato in figura. Notare le scale: 200 mV/cm orizzontale (cioè ogni quadretto corrisponde ad una tensione

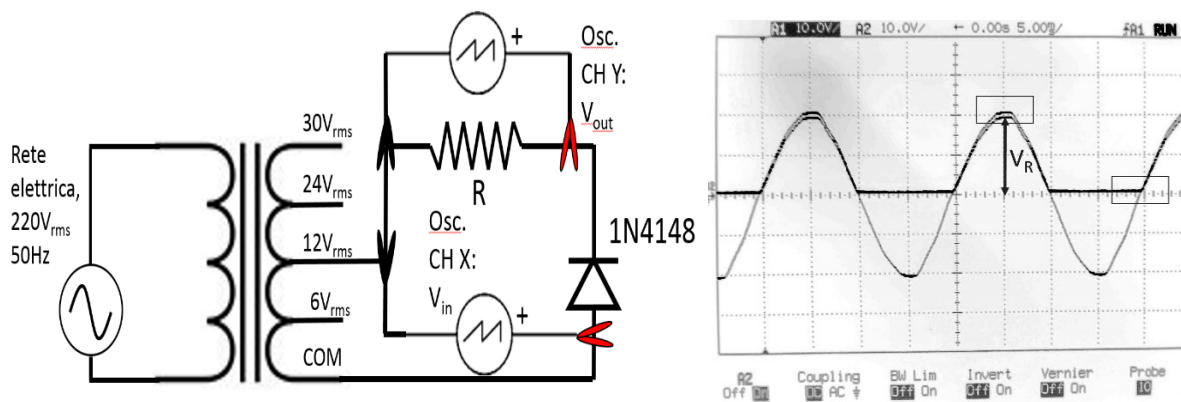
di 0.2V ai capi del diodo) e di 5V/cm verticale (cioè ogni quadretto corrisponde ad una corrente di $5V/100\Omega=50mA$). Si copi la figura per punti su carta quadrettata o millimetrata, e si determinino la tensione di ginocchio e la resistenza diretta come indicato sotto:



In questo caso, ad esempio, $V_o=0.7V$ (data la curvatura, questo valore è evidentemente affetto da un certo grado di arbitrarietà) ; $R_d=\Delta V/\Delta I= \Delta V_x/(\Delta V_y/R)=0.24V/(20V/100\Omega)=1.2\Omega$. Non si dimentichi di propagare gli errori di lettura, e quindi associare un errore massimo alla stima di R_d .

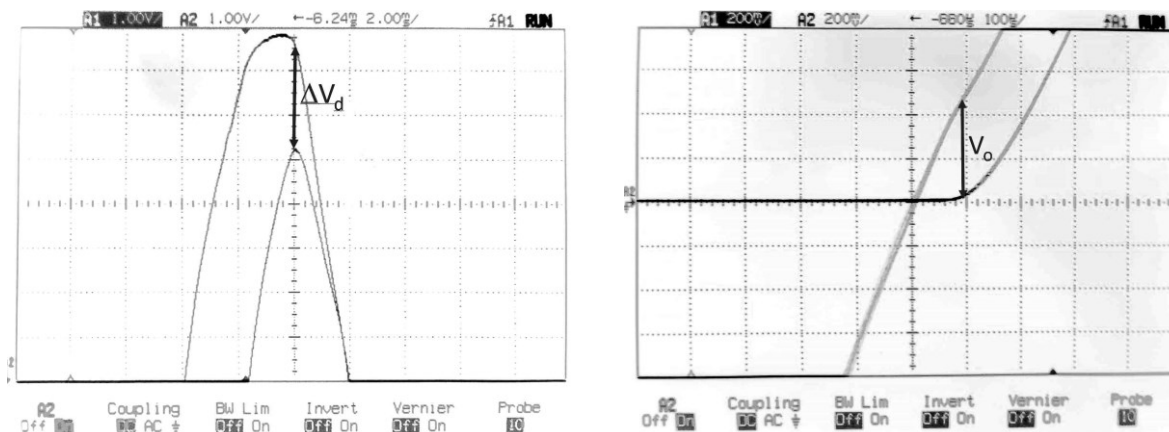
2 DIODO COME RADDRIZZATORE

Si utilizzi lo stesso circuito, ma si colleghino i due canali dell'oscilloscopio come in figura:



Utilizzando l'oscilloscopio in modo V(t), si visualizzerà sul canale X la tensione del trasformatore (V_{in}) e sul canale Y la tensione ai capi del carico R ($V_{out}=V_R$). Si otterrà una schermata simile a quella della figura sopra a destra. Le forme d'onda non sono esattamente sinusoidali in quanto la tensione di rete lo è solo approssimativamente, e il trasformatore non è ideale.

Muovendo opportunamente le posizioni X, Y, e i due fattori di scala, si otterrà uno zoom della zona del picco (vedi figura ingrandita a sinistra) dalla quale si potrà stimare la caduta di tensione sul diodo in piena conduzione, e quindi la resistenza per conduzione diretta, sapendo la corrente. Ingrandendo invece la zona dell'attraversamento dello zero (vedi figura ingrandita a destra) si potrà stimare di nuovo la tensione di ginocchio del diodo.



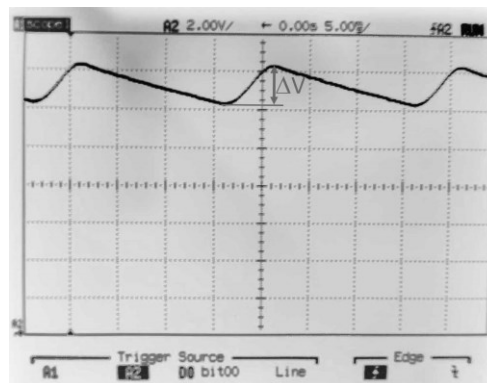
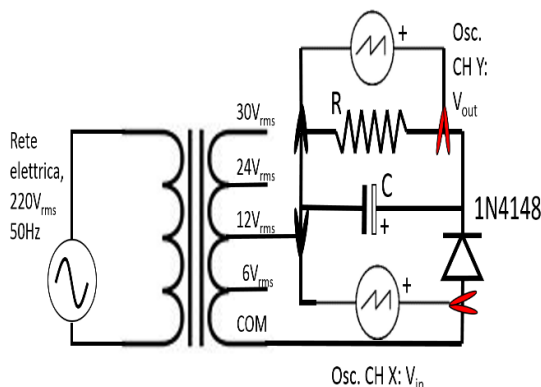
In questo caso (figura di sinistra) $V_R=19V$, $R = 100 \Omega$, quindi $i_d=190 \text{ mA}$; $\Delta V_d=2.2V$, quindi $R_d=(\Delta V_d-V_o)/i_d=8\Omega$. Dalla figura di destra, invece, si ha la tensione di ginocchio $V_o=0.5V$. Anche qui, non si dimentichi di propagare gli errori di lettura, e quindi associare un errore massimo alle due stime.

3 LIVELLAMENTO DELLA TENSIONE RADDRIZZATA

Inserendo una capacità in parallelo al carico, la tensione si livella, tendendo ad una tensione continua per capacità molto grandi. Durante il periodo in cui il diodo conduce, la capacità viene caricata alla tensione $V_{in}(t)-V_o$, durante il periodo in cui il diodo non conduce, il condensatore si scarica sul carico, con una costante di tempo del processo $\tau=RC$. Quindi il ripple residuo è pari a

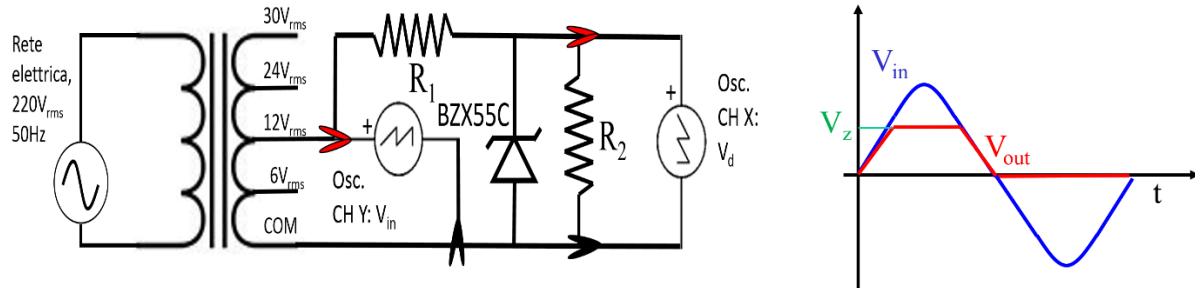
$$\Delta V = V_{\max} (1 - e^{-T/\tau})$$

dove T è il periodo dell'onda, pari a 20 ms per le rete elettrica in Italia. Usando un condensatore da $1000\mu F$ (elettrolitico, va inserito rispettando la polarità indicata nello schema !) si verifichi che il ripple residuo è quello aspettato.



4 DIODO ZENER

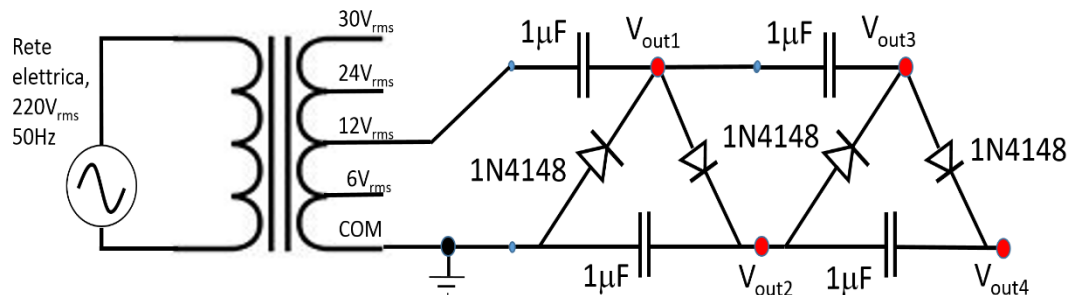
Si costruisce il circuito riportato sotto a sinistra, con uno Zener BZX55C , una resistenza $R_1=2.2\text{k}\Omega$ ed una resistenza $R_2=100\text{ k}\Omega$ e si collegano i due canali dell'oscilloscopio come in figura.



Si ottiene la forma d'onda illustrata in figura a destra, dalla quale si misura la tensione di breakdown V_z .

5 MOLTIPLICATORE DI TENSIONE

Si costruisce il circuito riportato in figura, e si osserva con l'oscilloscopio tra V_{out2} e massa e tra V_{out4} e massa, verificando che le tensioni siano rispettivamente $2(A \cdot V_d)$ e $4(A \cdot V_d)$. Si osservino anche V_{out1} e V_{out3} e si spieghi il loro andamento.



6 USO DELL' OSCILLOSCOPIO

- Impostare il trigger su auto: questo permetterà di vedere la traccia, anche se non sincronizzata, e di regolare così le deflessioni verticale e orizzontale. Una volta visualizzato il segnale, se non è sincrono, si potrà utilizzare il trigger interno regolando livello e pendenza.
- La prima cosa da fare è mettere su "cal" i potenziometri di taratura dei fattori di deflessione e della base dei tempi (cerchiati di verde nella figura). Vanno ruotati completamente in senso orario.
- La seconda cosa da fare è regolare orizzontalmente (tempo) lo zero delle tracce: Si mette il trigger su AUTO, si mettono a zero i segnali in ingresso a CH1 e CH2, commutando su GND i commutatori identificati in rosso, si regola la posizione orizzontale delle tracce con il potenziometro identificato in azzurro, in modo che le tracce riempiano lo schermo (spesso questo va bene fin dall'inizio).
- La terza cosa da fare è regolare verticalmente lo zero delle tracce: Si mette il trigger su AUTO, si mettono a zero i segnali in ingresso a CH1 e CH2, commutando su GND i commutatori identificati in rosso, Si regola la posizione verticale delle tracce con il potenziometro identificato in azzurro, facendo coincidere le due tracce con linee della quadrettatura.
- A questo punto si rimettono i commutatori di ingresso su DC (indicati in azzurro). Regolando il fattore di deflessione verticale (identificato in rosso) si dovrebbero vedere i due segnali.
- Sono possibili due **modi di visualizzazione**:
- Su **auto/norm** si visualizzano $V(CH1)$ e $V(CH2)$ in funzione di t ; questa è la visualizzazione da usare per questa esperienza.
- Invece su **X-Y** si grafica $V(CH1)$ in funzione di $V(CH2)$. Questa visualizzazione verrà usata nella prossima esperienza. Nel caso di segnali sinusoidali su CH1 e CH2, si vede una ellisse. Per questo secondo caso usare la configurazione indicata dai cerchi azzurri e controllare lo zero mettendo i due segnali a GND (indicati in rosso). Si vedrà un puntino che va mosso con i comandi position (indicati in verde) fino a portarlo al centro dello schermo. Rimettendo su off i pulsanti GND si vede l'ellisse, le cui dimensioni verticale ed orizzontale dipendono dalle corrispondenti impostazioni V/div .

