

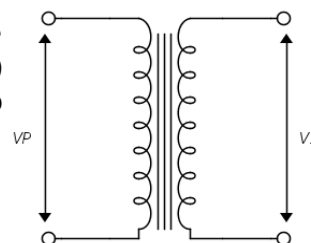
I TRASFORMATORI IN LTSPICE

telpar.altervista.org

Un tutorial passo-passo su come creare e usare trasformatori in LTspice

In un trasformatore ideale, il rapporto fra il numero di spire dell'avvolgimento primario (N_p) e quello dell'avvolgimento secondario (N_s) stabilisce il rapporto fra la tensione sul secondario V_s e quella sul primario V_p , secondo l'equazione:

$$\frac{V_s}{V_p} = \frac{N_s}{N_p}$$



Per esempio, un rapporto 1:10 significherà che la tensione sul secondario è un decimo di quella del primario ossia che il numero di spire dell'avvolgimento primario è dieci volte quello dell'avvolgimento secondario.

Tale rapporto è anche legato all'induttanza dei due avvolgimenti L_p e L_s , mediante l'uguaglianza:

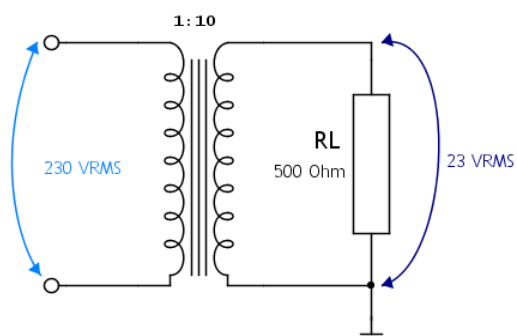
$$\frac{L_s}{L_p} = \left(\frac{V_s}{V_p} \right)^2$$

Dunque, in un trasformatore 1:10 il rapporto fra l'induttanza del secondario e quella del primario sarà di 1:100 (per esempio $L_p = 100\text{H}$, $L_s = 1\text{H}$)

Un trasformatore, due induttori

In LTspice la tecnica fondamentale per realizzare un trasformatore è quella di disegnare semplicemente ciascun avvolgimento del trasformatore come un induttore. Quindi i due induttori (avvolgimento primario e avvolgimento secondario) vengono *accoppiati* mediante una direttiva SPICE chiamata K , che indica appunto il coefficiente di accoppiamento mutuo, un numero compreso fra 0 e 1. Un $K=1$ indica perfetto accoppiamento fra i due avvolgimenti (per esempio, assenza totale di induttanze di dispersione). LTspice consente di definire un K esattamente pari a uno e questo valore sarà usato per le simulazioni, a meno di non avere particolari esigenze.

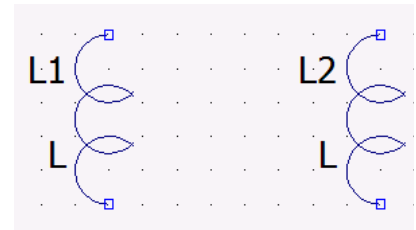
Il primo esempio



Simulare un trasformatore 1:10, applicando una tensione sul primario pari a quella di rete (325 Vpk, 50 Hz) e collegando sul secondario un carico $RL=500\ \Omega$

✓ Piazzamento dei due induttori L1 e L2

- Premere il tasto L
- Premere due volte CTRL R per ruotare L1 a sinistra
- Click per piazzare L1
- Piazzare L2 a destra di L1 lasciando uno spazio sufficiente fra i due induttori
- Premere ESC per uscire dall'inserimento di altri induttori



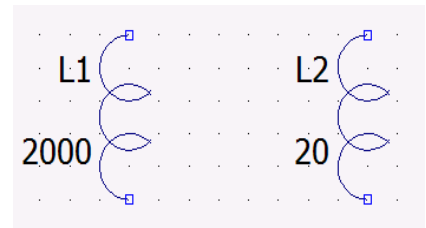
Come piazzare L1 e L2

✓ Assegnazione dei valori L1 e L2

Affinché il trasformatore si avvicini quanto più possibile alle condizioni ideali, occorre che la reattanza induttiva di L2 sia molto più grande della resistenza di carico R_L , ossia:

$$L_2 \gg \frac{R_L}{2\pi f}$$

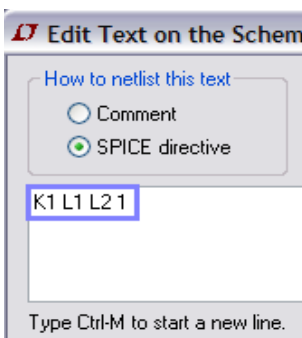
Si può allora assumere $L_2=20$ H, da cui segue un valore di $L_1=2000$ H, per avere il rapporto di trasformazione desiderato di 1:10



L1 e L2 con i valori scelti

L1 ha sicuramente una reattanza molto più grande della resistenza in serie al generatore di tensione di rete.

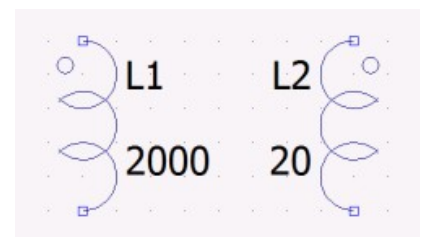
✓ Aggiunta della direttiva K



Premere il tasto S (inserimento di una direttiva SPICE)

quindi digitare nella *text-box* la direttiva **K1 L1 L2 1**

Una volta piazzata questa direttiva sul foglio, sui due induttori compariranno i *phasing dot* fra loro concordi, che possono eventualmente resi discordi ruotando gli induttori secondo le polarità desiderate

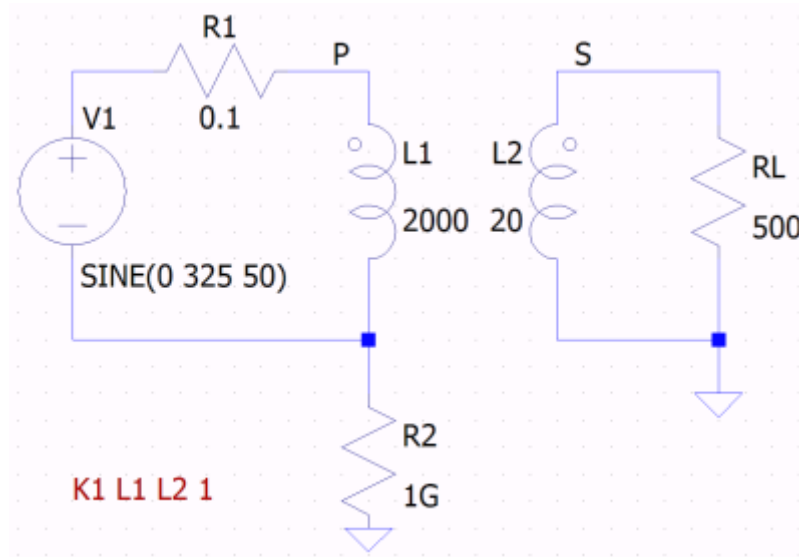


L1 e L2 con phase dot concordi e orientati secondo il simbolo del trasformatore

Click su L1 e premere CTRL E per *specchiarlo* in modo che si ottenga il simbolo del trasformatore

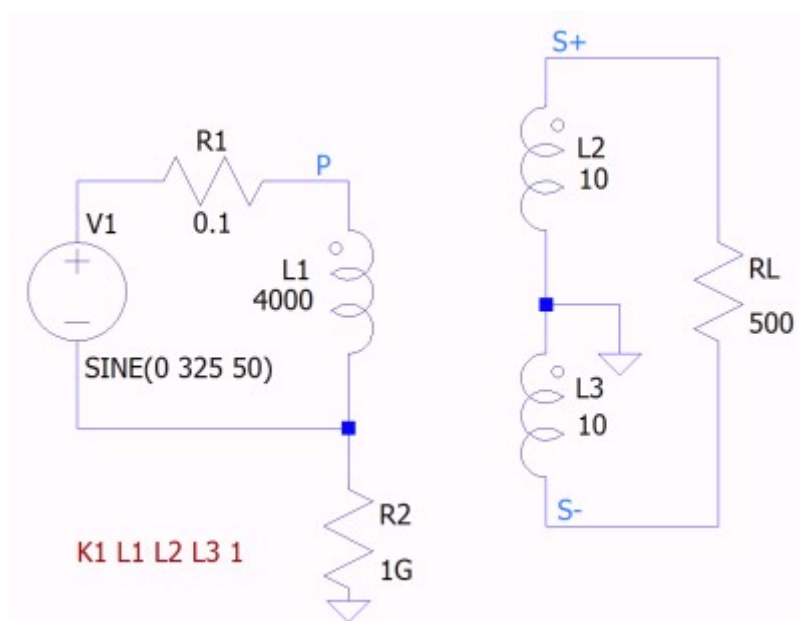
✓ Completamento dello schema

Al trasformatore così creato, vanno aggiunti un generatore sinusoidale di 325V_{pk} a 50 Hz, la resistenza di carico R_L sul secondario e due resistenze fittizie, R_1 e R_2 , le quali servono ad aggirare due noti limiti di SPICE: R_1 , di valore molto basso, evita una maglia a resistenza nulla nel circuito primario, mentre R_2 , di valore molto alto, assicura un potenziale *virtuale* di 0V per uno dei due morsetti dell'avvolgimento primario:



Trasformatore con presa centrale

Il trasformatore con presa centrale può essere realizzato mettendo in serie due induttori. Nel caso di trasformatori con più avvolgimenti primari e/o secondari, la direttiva K dovrà specificare tutti gli induttori che formano l'avvolgimento primario e quello secondario. L'esempio precedente con secondario a presa centrale:

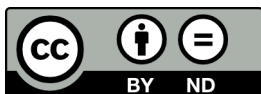


Bibliografia

MIKE ENGELHARD, *Using Transformers in LTspice/SwitcherCAD III*, Linear Technology Magazine September 2006, http://cds.linear.com/docs/LT%20Journal/LTMag-V16N3-23-LTspice_Transformers-MikeEngelhardt.pdf

JAN VAR DER SPIEGEL, *SPICE simulation of an ideal transformer*, <http://www.seas.upenn.edu/~jan/spice/spice.transformer.html>

Licenza d'uso



Quest'opera è stata rilasciata con licenza Creative Commons Attribuzione - Non commerciale - Non opere derivate 3.0 Unported. Per leggere una copia della licenza visita il sito web:

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/deed.it>

o spedisci una lettera a Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, California, 94105, USA.

LTSPICETRASFOMATORI.ODT
FP /1.2 /06/AGO/2012