

# Pràctica 2. Simulació

## Simulació de circuits electrònics.

Pere Palà

Setembre de 2011

En aquesta pràctica aprendrem a fer servir una eina de simulació de circuits electrònics.

**ATENCIÓ:** Recordeu que els paràgrafs com aquest indiquen treball que heu de fer com a estudi previ, de forma individual. Recordeu també que per poder accedir al laboratori i realitzar la pràctica és imprescindible haver lliurat l'informe previ per l'Atenea abans de les 0:00 del dia de la pràctica.

Aquesta pràctica es realitzarà amb ordinador. Malgrat tot, pot ser interessant portar tot el material de laboratori per si hi ha temps d'experimentar realment el muntatge que simularem.

## 1 El circuit a estudiar

En aquesta pràctica estudiarem el circuit que es representa de la figura 1. Es tracta d'un circuit anomenat *boost converter*, que és capaç de generar una tensió constant elevada a partir d'una font de tensió més baixa.

*Previ 1.* Si el circuit està inicialment en repòs (tots els elements dinàmics tenen condicions inicials nul·les) i l'interruptor es tanca a l'instant  $t = 0$ , calculeu la intensitat del corrent  $i_L(t)$  que circula per l'inductor. Quin és el seu valor final? (Observeu que podeu ignorar la part dreta del circuit, que queda aïllada).

Considerem que l'interruptor s'obre en un determinat moment, en el qual per l'inductor circula un corrent que anomenarem  $I_m$ . Si no existís la resta de circuit, el corrent a l'inductor hauria de canviar instantàniament entre  $I_m$  i zero, el que significaria que entre els seus terminals apareixeria una tensió infinita durant un instant infinitesimal: el que anomenem una funció *impuls* o *delta* de Dirac.

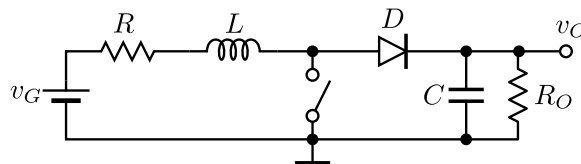


Figura 1: El convertidor boost.

*Previ 2.* L'impuls de tensió que apareixeria als terminals de l'interruptor, seria positiu o negatiu? I quina seria l'“amplitud” (o, més correctament, l'àrea) d'aquest impuls?

La resta de circuit, però, permet que hi hagi continuïtat en el corrent de l'inductor: el corrent  $I_m$  que circulava per l'interruptor en tancar-lo pot circular pel díode i contribuirà a carregar el condensador.

Si la resistència  $R_O$  fos infinita, el condensador no es descarregaria mai, perquè el díode no permet que hi circuli un corrent  $i_D < 0$ , i assoliria una determinada tensió que dependria de tots els valors dels elements de circuit: podem argumentar que (part de) l'energia emmagatzemada a l'inductor es transfereix al condensador, d'on no pot retornar per la presència del díode.

Si ara tornem a tancar l'interruptor fins que el corrent a l'inductor assoleixi un valor  $I_m$  i tornem a obrir l'interruptor, el condensador es carregarà novament un xic més. D'aquesta forma es poden assolir valors de  $V_O$  molt superiors a  $V_G$ .

*Previ 3.* Una *bomba d'ariet* funciona de forma similar. Cerqueu informació sobre aquest giny, descriu el seu funcionament i establiu les similituds amb el circuit proposat.

## 2 Qucs

Qucs és un simulador de circuits electrònics. Qucs són les sigles de Quite Universal Circuit Simulator, i es tracta d'un projecte open-source, amb llicència GPL, que podeu trobar als repositoris de la vostra distribució linux.

Podeu trobar un bon tutorial aquí: <http://qucs.sourceforge.net/docs/getstarted.pdf> i us recomano que li feu una ullada.

Per simular què fa el nostre circuit quan obrim l'interruptor la primera vegada, després de que el corrent de l'inductor s'ha estabilitzat, podem fer servir un esquema de simulació que es descriu a la figura 2.

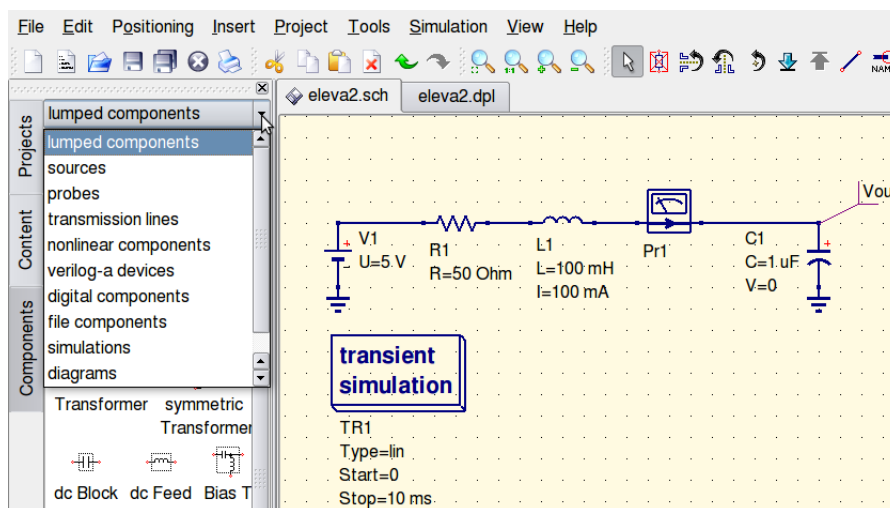


Figura 2: El convertidor boost quan s'obre l'interruptor.

A la figura hi podem veure diversos elements de circuit que podem reconèixer fàcilment i que no requereixen massa explicacions. El mesurador anomenat **Pr1** ens permetrà posteriorment mostrar el corrent que circula per l'inductor. D'altra banda, el node de sortida ha estat etiquetat amb **Vout**

El bloc anomenat **transient simulation** incorpora els principals paràmetres de la simulació: comença a  $t=0$  i acaba a  $t=10$  ms.

Observareu que, a la figura, els elements dinàmics contenen informació sobre els seus valors inicials: el corrent a l'inductor i la tensió al condensador en començar l'anàlisi.

*Previ 4.* Justifiqueu per què la simulació de la figura 2 pot correspondre al circuit de la figura 1. Justifiqueu tots els detalls possibles!

Els resultats de la simulació els podem veure en una finestra apart, on podem posar les gràfiques que ens convinguin per la nostra simulació. La figura 3 ens mostra la tensió de sortida a la part superior i el corrent a l'inductor a la part inferior.

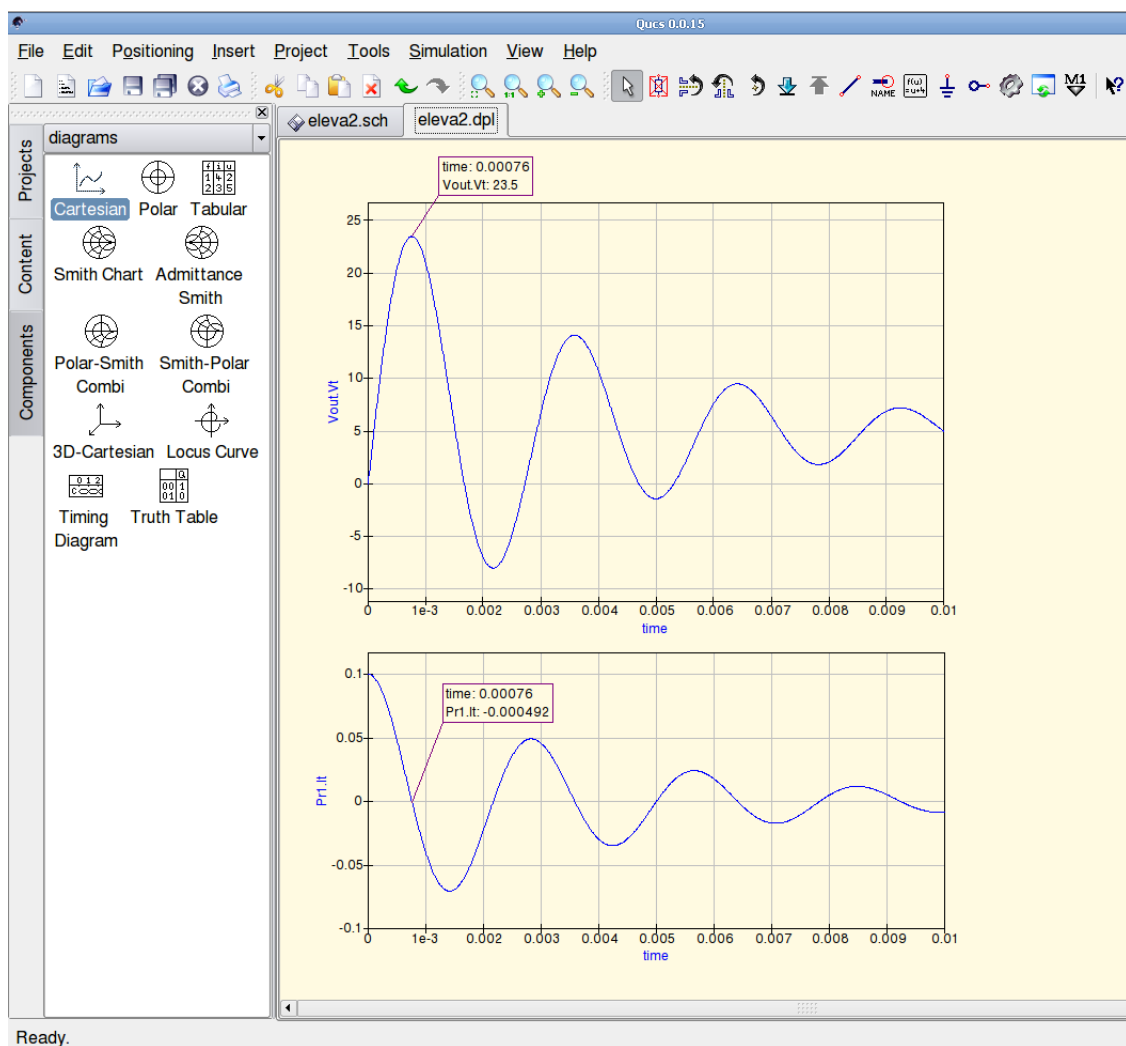


Figura 3: El convertidor boost quan s'obre l'interruptor.

Observem que la resposta és sinusoidal esmorteïda, el que sols és possible degut a la presència de dos elements dinàmics.

*Previ 5.* Tenint en compte que el circuit que estem simulant no és exactament el circuit original, fins quan seran vàlids els resultats de la simulació? Quina seria l'evolució posterior dels senyals representats?

*Previ 6.* Passada una estona, iniciem un segon període: tornem a tancar l'interruptor i el tornem a obrir. Per saber l'evolució dels senyals en aquest segon període, quins canvis hauríem de fer a l'esquema de la figura 2?

*Previ 7.* Sense simular-ho, feu una estimació de la forma d'ona dels dos senyals des del principi del primer període fins al final del segon.

*Tasca 1.* Simuleu al laboratori el funcionament del circuit en el primer interval de temps. Això vol dir: esbrinar què passa quan tanquem l'interruptor per primera vegada i què passa quan l'interruptor s'obre.

*Tasca 2.* Quin valor s'assoleix al final del segon, tercer, quart, etc. període?

*Tasca 3.* Seguint les indicacions del professor, podeu simular el circuit més complet.