Teljesítményelektronikai áramkörök tervezése és szimulációja

Előadó: Csizmadia Miklós 2017/18/2 félév Elérhetőségek:

C706

csizikem@maxwell.sze.hu

Áttekintés

- 1 hét: Tárgy áttekintése, tematika, számonkérés, ismétlés illetve az LTSpice szimulációs szoftver áttekintése, egyszerűbb példák megoldása
- 2. hét Buck konverter
- 3. hét Boost konverter
- 4. hét Flyback konverter, Snubber áramkörök
- 5. hét Kompenzációs áramkörök: Type II.-es kompenzáció
- 6. hét Kompenzációs áramkörök: Type III.-es kompenzáció
- 7. hét Kapcsolási módok (Hart switching, soft switching)
- 8. hét LT-s DC/DC konverter
- 9. hét Stabilizátorok (lineáris stabilizátorok), LDO-k
- 10. hét Házi feladatok kiadása, megbeszélése



 Eredetileg a Linear cég által fejlesztett Spice alapú (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) áramkörszimulációs program, mely alapvetően a cég saját kapcsolóüzemű vezérlőihez készült

LTSpice

- Főleg kapcsolóüzemre optimalizált, így sokkal gyorsabb szimulációt tesz lehetővé a normál "Spice"-hoz képest
- Van lehetőség a beépített alkatrészeken túl további alkatrészek implementálásra is, így kvázi alkatrész szintű szimulációt lehet végezni, mely szinte a valós mérésekkel megegyezik
- Jelenleg a cégcsoport az Analog Devices tulajdonában van, de továbbra is működhetnek a korábbi stratégia alatt
- A szimulációs termékcsaládban további szoftverek is megtalálhatók, melyek közül az LTpowerCAD-el részletesebben is foglalkozunk a későbbiekben

3

• A szoftver **INGYENES**!



PWM modul készítése



5

PWM_out



Soros RC kör, AC sweep



Paraméterezés



Szintaxis: .step param paraméter list értékek



Megjegyzés:

Több paraméteres szimuláció esetén a fel/le nyilakkal válthatunk az egyes értékekhez tartozó görbék között. A hozzá tartozó szimulációs értékek a kurzorra jobb egérgombbal kattintva hívhatól elő.

Idő tengely átváltása (tranzisztor karakterisztika)







MOSFET paraméterezés (BV, integrálás)



- I_D-t és V_{DS}-t a katalógusnak megfelelő értékre állítjuk (itt most SUD40N10-25 esetén I_D=40A és V_{DS}=50V
- A MOSFET bemenetére egy 0-15us-ig lineárisan növekvő jelet teszünk
- B1 egy idő szerinti integrátor. Ezzel integráljuk a gate töltést: $I = -\frac{dQ}{dt}$

MOSFET paraméterezés eredmények





Hatékonyság vizsgálat



1mA

0mA

1305mA

2mW

73µW

543mW

R3

R4

U1

1mA

0mA

475mA

Edit Simu	Ilation Comn	hand						
Transient	AC Analysis	DC sweep	Noise	DC Transfer	DC op pnt			
Perform a non-linear, time-domain simulation.								
			Stop T	ime: 4m				
	Т	ime to Start S	Saving D	ata:				
Maximum Timestep:								
Start external DC supply voltages at 0V: 📝								
St	op simulating i	f steady state	e is detec	ted: 🔽				
Don't r	eset T=0 wher	n steady state	e is detec	ted: 📃				
	Ste	p the load cu	irrent sou	rce:				
	Skip Initia	al operating p	oint solu	ion: 📃				
Syntax: .tra	n <tstop> [<op< td=""><td>otion> (<optio< td=""><td>n>]]</td><td></td><td></td><td></td></optio<></td></op<></tstop>	otion> (<optio< td=""><td>n>]]</td><td></td><td></td><td></td></optio<>	n>]]					
.tran 4m ste	ady startup							
	Cancel	(OK					

- Csak Linearos termékek esetén!
- Steady State legyen bepipálva!

Tranziens reakció vizsgálata



Alkatrészek implementálása

Component Attribute Editor								
D1 ๆ	Attribute Prefix	Value D	Vis.					
	InstName SpiceModel Value Value2	DN534QA	X					
DN5340A ⁶		Cancel OK)					

Lépések:

- 1. Üres modell beillesztése
- 2. Ctrl + jobb egérgomb, "Value" érték mellé a .model melletti név beírása
- Modell elérési út beillesztése a .lib "elérési út" módon (amennyiben bemásoltuk a LTSpice lib könyvtárba a fájlt elég a .lib "fájlnév" mintát használni)



σ Edit Text on the Schematic:		×
How to netlist this text Comment SPICE directive	Justification Font Size Left 1.5(default) Vertical Text	OK Cancel
.lib DIODE2.LIB		* *
Type Ctrl-M to start a new line.		.#



Alkatrész beillesztése szimuláció



Gyorsgombok

- F5> Törlés
- <F6> Másolás
- <F7> Komponens(ek) mozgatása a vezetékezés nélkül
- <F8> Komponens(ek) mozgatása a vezetékkel együtt
- <F9> Visszavonás
- SHIFT <F9> Újra
- CTRL<E> Tükrözés (amennyiben a komponens(ek) ki vannak jelölve)
- CRTL<R> Forgatás (amennyiben a komponens(ek) ki vannak jelölve)

Hasznos oldalak

- www.sze.hu/~szeliz
- <u>http://www.linear.com/</u>
- LTSpice fórum (angol): <u>http://ltwiki.org/index.php5?title=Main_Page</u>
- <u>http://www.simonbramble.co.uk/lt_spice/ltspice_lt_spice.htm</u>

- <u>http://skory.gylcomp.hu/</u>
-