#### LT SPICE

**<u>1.Kurulumu:</u>** Google'dan LTSpice aratıp, Linear Technolog'nin anasayfasına gidiniz.

http://www.linear.com/designtools/software/

Yukarıda verilen adresi açtığınızda şağıda sayfa ile karşılaşacaksınız.

17 Linear Technology - Desig	×	_	Country of the local division of the local d	Street State		_	_	<u></u>	×
← → C ff 🗋 www	linear.com/designtools/softw	are/						5	3 ≡
🔢 Uygulamalar 📋 TIP KİM SA	AN   Sipari 💋 VakıfBank	t Bankası 🛛 🖸 Sonicaid - Music Te	🗋 İnternet Giri	işi M Gmail 🗋	Karabük Üniversitesi 🙀 Geig	ger Counter Kit 🗈 Yo	uTube 🗮 AD7606 v	vith Arduino	»
									Â
				Search			<b>_</b>		
		NK .							
		2001	中文网站	5 日本サイト	QUALITY CAREERS	CONTACT MYLIN	lear		
	PRODUCTS	SOLUTIONS	DESIGN SU	JPPORT	PURCHASE	COMPANY			
	Home > Design Support > Softw	ware							
	Design Simulation and De Linear Technology provides a varie performance switching regulators, L Tspice IV L TpowerCAD L TpowerPlay Amplifier Simulation & Design Timing Simulation & Design Timing Simulation & Design High Speed DAC Evaluation S PScope & QuikEval Evaluation Dust Networks Starfer Kils Dust Networks Programmer	y of custom design simulation to ty of custom design simulation to implifiers, data converters, filters : systems Systems	ols and device mode and more.	is to allow even nov	ice designers to quickly and ea	sily evaluate circuits using	high		
	LTspice IV								
	LTspice IV LTspice IV is a high performance 8 viewer with enhancements and mor regulators. Our enhancements to : extremely fast compared to normal waveforms for most switching regu download are LTspice IV, Macro M regulators, over 200 op amp mode models.	SPICE simulator, schematic captu SPICE simulator, schematic captu SPICE have made simulating swi I SPICE simulators, allowing the U allotors in just a few minutes. Inclui todels for 80% of Linear Technol Is, as well as resistors, transistors	re and waveform switching tching regulators iser to view Jed in this igy's switching and MOSFET	Download LTsp     Download LTsp     LTspice Informa     Mac OS X Shor     LTspice Getting     LTspice Blog     LTspice Demo     View Upcoming	ice IV for Windows (Updated F ice IV for Mac OS X 10.7+ titon Flyer & Shortcuts cuts Started Guide Circuit Collection LTspice Seminars	ebruary 17, 2015 )	MYLINEAR LOGEN	CART SHAF	R.E 🗸
📀 🖸 📀					_		TR 🔺 📢	) 🙀 .atl 00:55	015

Windows işletim sistemi kullananlar: Download LTspice IV for Windows (Updated February 17, 2015)

Yazısının üzerine tıklayınız.



\* "No thanks, just download the software", kısmını tıklayarak 16 Mb'a yakın boyuttaki programı indirip bilgisayarınıza kurunuz.

C LTspice IV Installation			
Installs LT spice IV Version 4.22v			
LTspice IV License Agreement/Disclaimer Copyright © 2001-2014 Linear Technology Corporation All rights reserved.			
LTspice IV is Linear Technology Corporation's analog circuit simulation software.			
This software is copyrighted. You are granted a non-exclusive, non-transferable, non-sublicenseable, royalty-free right to evaluate LTC products and also to perform general circuit simulation. Linear Technology Corporation owns the software.			
Cancel Accept Decline			
U:\Program Files (x86)\LTU\LTspice(V 2 Browse			
Install Now			

Kabul edip yüklemeyi başlatın.

LTspice IV Installation
Installs LT spice IV Version 4.22v
LTspice IV License Agreement/Disclaimer Copyright © 2001-2014 Linear Technology Corporation All rights reserved.
LTs LTspiceIV
Sim This non eval sim <
Installation Directory:
C:\Program Files (x86)\LTC\LTspiceIV Browse
Install Now

Artık programınız kurulmuş oldu. Programın ekran görüntüsü aşağıda verilmiştir.Şekilde kırmızı daire ile gösterilen kısmı tıklayarak yeni şema(new schematic) oluşturunuz.

T LTspice IV		_ 0	x
<u>File View Tools H</u> elp			
]@☞ 묘 ♈ ೫♨ ℄℄℄℄ℝ≦!!⊟℡醫 メ℡■▲ ℰ	• 6	$\mathbb{Z} \not \to$	@ < :
New Schematic			
Start drafting a new schematic			11

Aşağıdaki şekilde, programı kullanabilmeniz için gerekli olan kısımlar açıklanmıştır.

LTspice IV - [Draft1.asc]			
<mark>⊣ _ E</mark> ile <u>E</u> dit H <u>i</u> erarchy <u>V</u> iew <u>S</u> imula	ate <u>T</u> ools <u>W</u> indow <u>H</u> elp		_ 8 ×
🖻 🛎   🖬   😤 🐼 🕘   🌒 🔍	२ 💐   🖺 💷   🚍 🖷	\$`( <b>\)</b> ® ® <b>M</b>   @ @( <b>\</b> )+9	(२ ≑ 3 ⊉0 ७ ৩
Simülasyonu başlatır	Silme	Devrede yolları çizmek için kullanılır Toprak Direnç, Kondansatö Diyot,Zener Diyot,L	Gerilim kaynağı, sinyal üreteci bağlamak için veya diğer tüm devre elemanları için kullanılır ör, Bobin, ED eklenir

# 2.Örnekler:

## #Örnek 1:

Gerilim kaynağını ekleyelim. Bir önceki şekilde gerilim kaynağının nereden ekleneceği gösterilmişti. Şimdi o kısma tıkladıktan sonra neler yapılması gerekiyor bakalım.

🕫 Select Component Symbol				
Top Directory:	C:\Program Files (x86	)\LTC\LTspicelV\lib\sym 👻		
		Voltage Source, either DC, AC, PULSE, SINE, PWL, EXP, or SFFM Open this macromodel's test fixture voltage		
💼 C:\Program	Files (x86)\LTC\LTspic	elV\lib\sym\		
nmos nmos4 npn npn2 npn3 npn4 pif pmos pmos4 pnp pnp2	pnp4 polcap res2 schottky SOAtherm-NM0 sw tline TVSdiode varactor voltage	zener		
•		4		
	Cancel	ок		

"voltage" seçilerek ekranda istenilen yere yapıştırıp, 5 adet dirençli bir devre yapalım.



Eleman dizilimini yaptıktan sonra bağlantılarını yapalım. Eleman değerlerini(gerilim,direnç) girebilmek için her bir eleman üzerine sağ tıklamamız gerekmektedir. Devrenin tamamlanmış hali aşağıda verilmiştir.



Simulasyon için koşan adam üzerine tıkladığımızda aşağıdaki sayfa gelecek ve onu şekilde gösterildiği gibi doldurunuz.

🗗 Edit Simu	ulation Comn	nand		×	
Transient	AC Analysis	DC sweep	Noise	DC Transfer DC op pnt	
	Perf	orm a non-lin	ear, time-	-domain simulation.	
			Stop Ti	ime: 1 1	
	Т	ime to Start 9	Saving D	lata:	
		Maximu	ım Times	step:	
	Start external D	)C supply vol	tages at	0V:	
SI	op simulating i	f steady state	e is detec	sted:	
Don't reset T=0 when steady state is detected:					
Step the load current source: 🥅					
Skip Initial operating point solution: 🥅					
Syntax: .tra	Syntax: .tran <tstop> [<option> []</option></tstop>				
.tran 1					
	Cancel	(	ок	$\sum_{i=1}^{2}$	

🗗 LTspice IV - Draftlasc	
File Edit Hjerarchy View Simulate Iools Window Help	
」◙छीॿऻऀॣऻऀ१४॑ॳऻॶ॒ऽऽ्ष्(ॾॎऀ॒ऻ॑॑॑॑॑॑॑॑ॾॾॾ॑क़ऻ॑॑॑॑॑॑॑ॿॾऻक़॑॑॑॑॑॑॑॑॑॑॑॑॑॓॑॓ ॑॓ ॑॓ ॑ ॑ ॑ ॑ ↔	
🔨 Dreft Lasc 🔛 Dreft Lraw	
DraftLraw	
2.4020A	
2.4015A-	
2.4010A-	
2.4005A	
2.4000A	
2.3995A-	
2.390A-	
2.3985A	
2.350JA- 2.3076A	
0.0s 0.1s 0.2s 0.3s 0.4s 0.5s 0.5s 0.7s 0.8	s 0.9s 1.0s
↓vi ↓ ↓ ↓	
$\bigcirc \bigcirc $	
trănt 🗸 V	
Lett-click to plot [I(K), Right click to edit. UC operating point [I(K) = 2.400001A Ussipation=11.520001W	01.45
	TR 🔺 🕕 🔐 att 18.02.2015

İstediğiniz eleman üzerindeki akımı ve istediğiniz noktadaki gerilimi görüntüleyebilirsiniz. (istediğiniz noktaya 1 kez tıklayarak). Sekilde R2 direnci üzerine tıklanmış ve üzerinden akan akım grafikte gösterilmiştir.

**<u>#Örnek 2:</u>** Bu örnekte basit bir RC devresi yapalım. Kare dalga üreten bir kaynak oluşturup kondansatör üzerindeki gerilimi inceleyelim.



Şekildeki devreyi kurduktan sonra gerilim kaynağının üzerine tıklayalım.

#### **<u>1.Adım:</u>**

(	✓ Voltage Source - V1	<b></b>
+	DC value[V]:	OK Cancel
_ [	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Advanced 47

### 2.Adım:

Independent Voltage Source - V1	
Functions © (none)	DC Value DC value:
PULSE(V1 V2 Tdelay Trise Tfall Ton Period Noycles)	Make this information visible on schematic: 📝
SINE(Voffset Vamp Freq Td Theta Phi Ncycles)	
EXP(V1 V2 Td1 Tau1 Td2 Tau2)	Small signal AC analysis(.AC)
SFFM(Voff Vamp Fcar MDI Fsig)	AC Amplitude:
PWL(t1 v1 t2 v2)	AC Phase:
PwL FILE:     Browse	Make this information visible on schematic: 📝
Vinitial[V]: 0 Von[V]: 5 2 Tdelay[s]: 0 Trise[s]: 0 Tfall[s]: 0 Ton[s]: 50ms Tperiod[s]: 100ms Ncycles:	Parasitic Properties Series Resistance[Ω]: Parallel Capacitance[F]: Make this information visible on schematic: ☑
Additional PWL Points Make this information visible on schematic: 📝	Cancel

**<u>3.Adım</u>:** OK'a basın ve simulasyonu başlatın. Simulasyon için Stop Time kısmını 0.5 s olarak seçiniz.Kondansatörün dolum ve boşalım eğrisi ve devre aşağıdaki şekilde verilmiştir.



**<u>#Örnek 3</u>**: Bu örnekte ise 50 Hz'lik sinüsoidal sinyal kaynak ile yarım dalga doğrultucu devre yapalım.

1.Adım:



**2.Adım:** Gerilim kaynağının üzerini tıklayarak gelişmiş ayarlar kısmına giriyoruz. Oradan da sinüsoidal sinyal ayarlarını yapıyoruz.(Gerilim ve frekans).

Independent Voltage Source - V1	×
Functions (none) PULSE[V1 V2 Tdelay Trise Tfall Ton Period Noycles) SINE[Voffset Vamp Freq Td Theta Phi Noycles] EXP(V1 V2 Td1 Tau1 Td2 Tau2) SFFM[Voff Vamp Foar MDI Fsig) PWL[t1 v1 t2 v2] Regime	DC Value DC value: Make this information visible on schematic: Small signal AC analysis(AC) AC Amplitude: AC Phase: Make this information visible on schematic:
DC offset[V]: 0 emplitude[V]: 12 Freq[Hz]: 50 T delay[s]: Theta[1/s]: Phi[deg]: Ncycles:	Parasitic Properties Series Resistance[Ω]: Parallel Capacitance[F]: Make this information visible on schematic: ₹
Additional PWL Points Make this information visible on schematic: 📝	Cancel OK

**<u>3.Adım</u>**: Diyot üzerine sağ tıklayarak diyot seçimi yapalım.

	🗸 Diode - D1	
L		OK -
l		ck New Diode
1	Diode:	D
L	Type: Average Forward Current(A):	
	Average Forward Current(A): Breakdown Voltage[V]:	0

1	7 Select Diode	0 344		V		×
						ОК
						Cancel
	Part No.	Mfg.	type	Vbrkdn[V]	lave[A]	SPICE Model
	1N914	OnSemi	silicon	75.0	0.20	.model 1N914 D(ls=
K	1N4148	OnSemi	silicon	75.0	0.20	.model 1N4148 D(I:
	MMSD4148	Onsemi	silicon	100.0	0.20	.model MMSD4148
	1N5817	OnSemi	Schottky	20.0	1.00	.model 1N5817 D(l:
	1N5818	OnSemi	Schottky	30.0	1.00	.model 1N5818 D(l:
	1N5819	OnSemi	Schottky	40.0	1.00	.model 1N5819 D(l:
	BAT54	Vishay	Schottky	30.0	0.30	.model BAT54 D(Is: 🚽
	•					Þ
L		_				

**<u>4.Adım</u>**: Şimdi simulasyonu başlatıp Stop Time'ı 100 ms olarak girelim ve direç üzerindeki kırpılan sinyali görüntüleyelim.



**<u>#Örnek 4:</u>** Transformatör oluşturarak tam dalga doğrultucu devre yapalım. Transformatör için 3 adet endüktör kullanmamız gerekiyor. Devre aşağıda verilmiştir.

**<u>1.Adım</u>**: Devreyi oluşturalım.







T Edit Text on the Schematic:							
How to netlist this text Comment SPICE directive	Justification Left  Vertical Text	Font Size	OK     Cancel				
kL1L2L31 2			* *				
Type Ctrl-M to start a new line.							



**<u>3.Adım</u>**: Şimdi simulasyonu başlatıp. Stop Time'ı 100ms olarak belirleyelim. R1 direnci üzerinde doğrultulmus tam daga görünmektedir.



**<u>#Örnek 5</u>**: Aşağıda verilen devreyi oluşturalım ardından giriş ve çıkış sinyallerini görüntüleyerek gerilim kazancını bulalım.



- Simülasyonu başlatarak şekilde görüldüğü gibi 1 kısmına tıklayarak imleci görelim. İmleci 2'deki konumuna getirerek giriş sinyalinin tepe değerini 3 kısmından okuyarak not alalım.



 $V_i = 5.99 mV$ 

- Şimdi de çıkış sinyalini görüntüleyelim ve giriş sinyali ile aynı zaman diliminde ki değerini bularak not alalım.



 $V_o = -1.22V$ 

- Verilen devrenin AC kazancını aşağıdaki şekilde buluruz.

$$A_{\nu} = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-1.22 \, V}{(5.99) 10^{-3} V} = -203.6$$

Buradaki (-) işareti giriş sinyali çıkış sinyali arasında faz farkı olduğunu göstermektedir. Yani giriş sinyali tepe oluşturduğu anda çıkış sinyali çukur oluşturmaktadır.

**<u>#Örnek 6:</u>** Aşağıda verilen devrenin gerilim kazancını, giriş ve çıkış empedansını bulalım.



**<u>1.Gerilim kazancı</u>**: Giriş ve çıkış sinyalleri ayrı ayrı görüntülenerek aşağıdaki şekilde verilmiştir.



#### 2. Giriş empedansı:

**<u>1.Adım</u>**: Devrenin girişine seri bir direnç bağlanır.



**2.Adım:** Çıkıştan alınan sinüs sinyalinin tepe değerinin gerilimi yarısına düşene kadar direnç değeri değiştirilir. (Çıkış gerilimi/2=0.99 Volt)



Değiştirilen direnç değeri 175 k $\Omega$  olduğunda çıkış gerilimi normal değerinin yarısına düşmektedir. Dolayısıyla bu devrenin giriş empedansı;

$$Z_i = 175 \ k\Omega' dur.$$

#### 3. Çıkış empedansı:

**NOT:** Giriş gerilimini 20mV olarak değiştirelim, yüksek giriş gerilimlerinde çıkış empedansı hesaplanırken devrenin dc kararlılığı bozulmaktadır.

**<u>1.Adım</u>**: Devre normal haline getirilir bu sefer de çıkış terminali ile toprak arasına bir yük direnci bağlanır.



**2.Adım:** Çıkış terminaline bağlanan direncin değeri, çıkış gerilimi normal değerinin yarısına düşünceye kadar değiştirilir.



Değiştirilen direnç değeri  $14\Omega$  olduğunda çıkış gerilimi normal değerinin yarısına düşmektedir. Dolayısıyla bu devrenin çıkış empedansı;

$$Z_o = 14\Omega' dur.$$

## BODE GRAFİĞİ İLE FREKANS SPEKTRUMU ANALİZİ

Frekans spektrumu çıkarılacak olan örnek bir devre kuralım:



Frekans spektrumunun çizdirilebilmesi için yapılması gerekenler:

**<u>1. Gerilim kaynağının ayarlarının yapılması:</u>** Gerilim kaynağı üzerine sağ tıklayıp Advanced kısmına girelim.

Functions         Image: Construct of the example of t	DC Value DC value: Make this information visible on schematic: ♥ Small signal AC analysis(.AC) 1 AC Amplitude: 1 AC Phase: 0 Make this information visible on schematic: ♥ 2 Parasitic Properties Series Resistance[Ω]: Parallel Capacitance[F]: Make this information visible on schematic: ♥					
Additional PWL Points Make this information visible on schematic: 📝	Cancel OK					

Şekilde verildiği gibi ayarları yapalım.

# 2. Simülasyonu koşan adam üzerine tıklayarak başlatalım ve çıkan menüyü aşağıdaki gibi dolduralım.



<u>3. Simülasyon başladığında devrenin çıkışına Vc noktasına tıklanarak verilen devrenin frekans spektrumu aşağıdaki gibi çizdirilir.</u>

