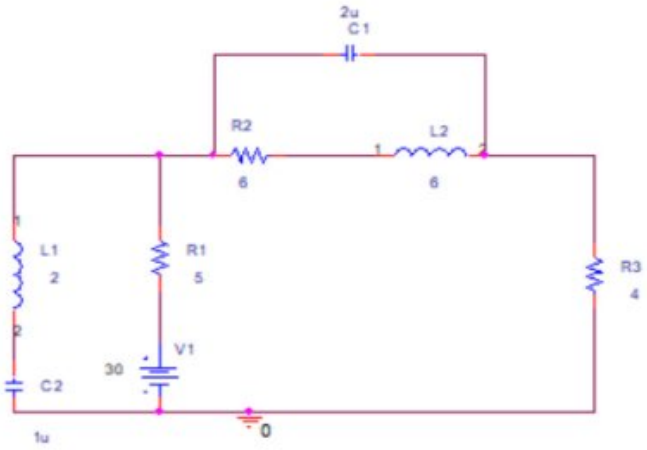
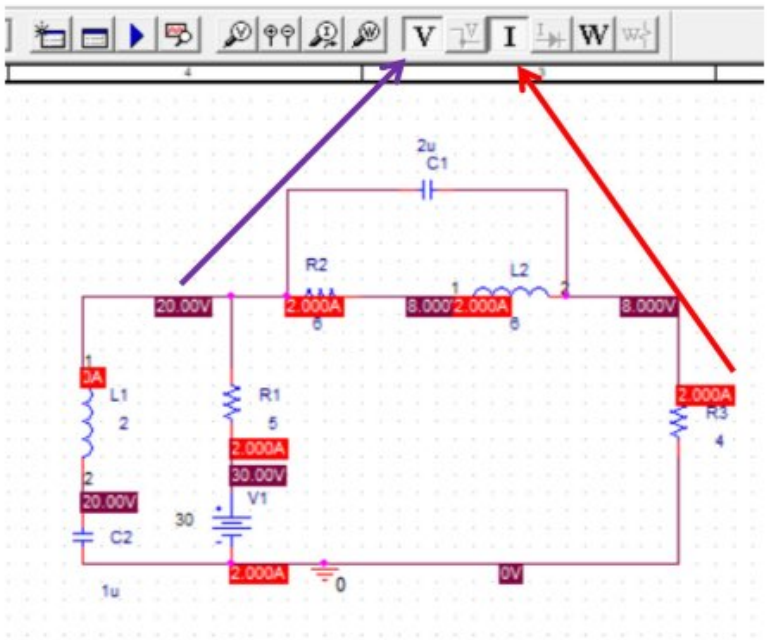
شبیه‌سازی سوالات ۱ و ۱۰ از تمرین شماره ۵ درس مدار ۱:

سؤال ۱:

در این سؤال می‌خواهیم ولتاژ خازن‌ها و جریان سلف‌ها در حالت ماندگار را به دست آوریم. برای اینکار نیاز به شبیه‌سازی خاصی نیست و تنها با استفاده از آیکون‌هایی که در شکل نمایش داده شده است، ولتاژ هر گره و جریان هر المان را ببینیم.



شکل ۱ : شماتیک مدار سؤال ۱



شکل ۲ : جریان‌ها و ولتاژهای هر المان.(جهت جریان در المان نیز با توجه به جایگاه مقدار جریان روی شکل مشخص است).

Scanned with CamScanner

بنابراین ولتاژ هر خازن و جریان هر سلف در حالت ماندگار در جدول زیر نمایش داده شده است.

جدول ۰-۱: ولتاژ خازن‌ها و جریان سلف‌ها در حالت ماندگار برای سوال ۱

المان	ولتاژ خازن یا جریان سلف
L_1	$0A$
L_2	$2A$ به سمت راست
C_1	$20 - 8 = 12V$
C_2	$20 - 0 = 20\,V$

سؤال ۱۰:

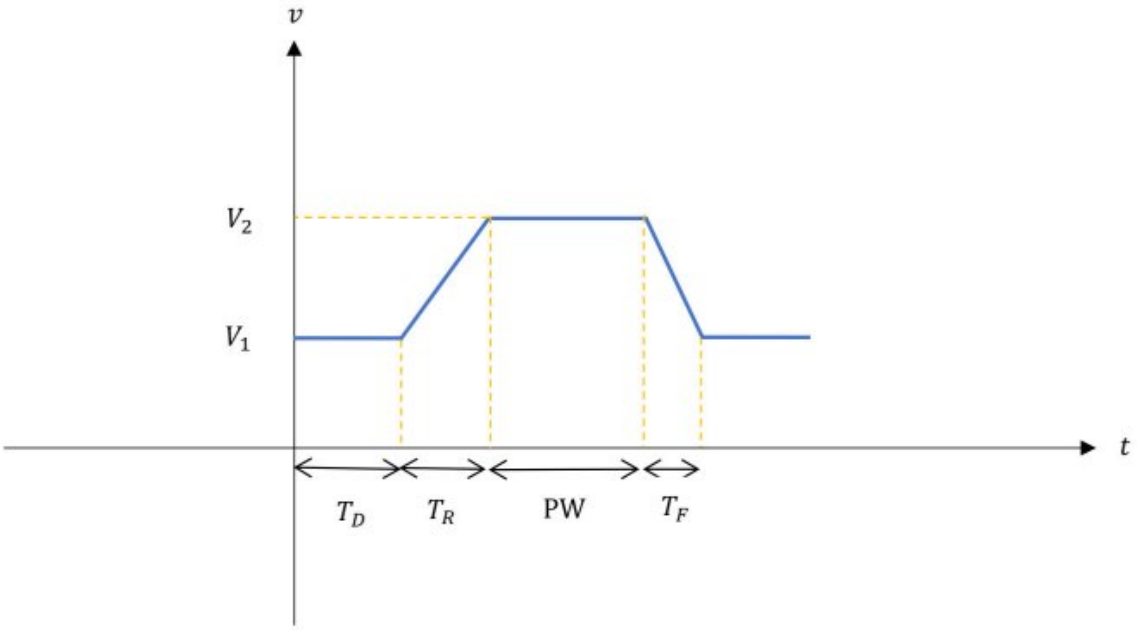
به دست آوردن پاسخ ضربه در آزمایشگاه:

برای اینکه بتوانیم پاسخ ضربه در آزمایشگاه را به دست آوریم، یک موج مربعی با فرکانس نسبتا کم را مقدار duty cycle را تا حدی که می‌توانیم کاهش می‌دهیم. سپس دامنه این موج را نیز تا حدی که می‌توانیم زیاد می‌کنیم (باید توجه شود که در آزمایشگاه محدودیتی روی اندازه ولتاژ وجود دارد!).

تعیین فرکانس نسبتا کم باید با توجه به ثابت زمانی مدار (مثلا برای مدار مرتبه اول $T/2 > 5\tau$ که T دوره تناوب موج مربعی است.) صورت گیرد.

به دست آوردن پاسخ ضربه در شبیه‌سازی:

در شبیه‌سازی می‌توانیم با دقت بهتری کار کنیم. در ابتدا با استفاده از المان VPULSE منبع موجی که پالس تولید می‌کند را در مدار قرار می‌دهیم. این موج در محیط PSPICE با متغیرهایی مشخص می‌شود که در شکل زیر می‌توانید با این متغیرها آشنا شوید.



Scanned with CamScanner

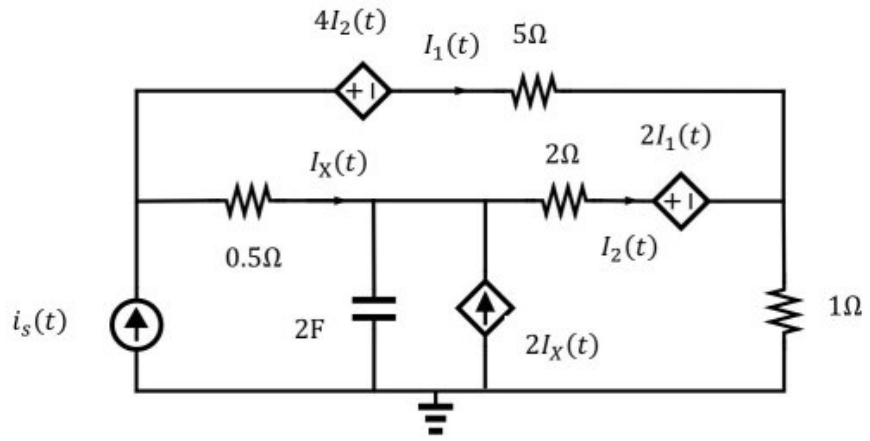
حال برای به دست آوردن پاسخ پله کافی است مقدار T_R را کاهش داده و مقدار PW را تا زمانی بزرگتر از زمان شبیه‌سازی زیاد کنید.

برای به دست آوردن پاسخ ضربه برای این که تا حد خوبی بتوانیم به تئوری نزدیک شویم، مقدار T_F و همینطور T_R را تا مقدار بسیاری کمی کاهش می‌دهیم و سپس با توجه به رابطه زیر میان V_2 و PW رابطه‌ای ایجاد می‌کنیم:

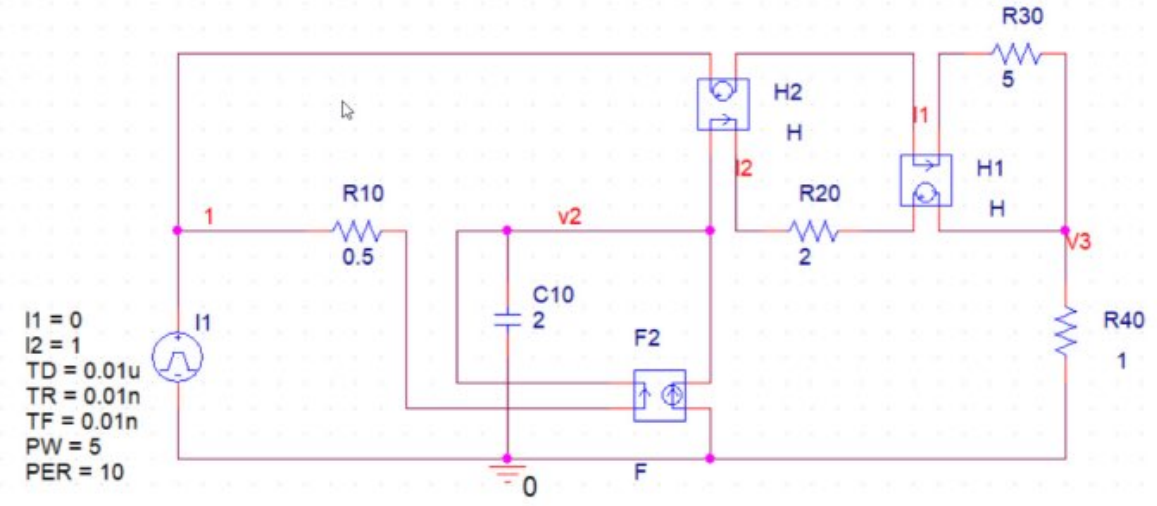
$$\delta(t) = \lim_{\Delta \to 0} \frac{1}{\Delta}\big(u(t) - u(t-\Delta)\big) \;\Rightarrow\; \Delta = PW \quad , \quad \frac{1}{\Delta} = V_2 \quad , \quad V_1 = 0$$

به دست آوردن پاسخ پله $I_1(t)$:

می‌خواهیم برای مدار زیر پاسخ‌های خواسته شده را به دست آوریم:



شماتیک مدار در PSPICE به صورت شکل زیر می‌باشد:



شکل۵: شماتیک مدار برای شبیه‌سازی پاسخ پله

Scanned with CamScanner

چند نکته در مورد این شماتیک اهمیت دارد:

۱- همانند آزمایش برای اندازه‌گیری ولتاژ و جریان به وسیله مولتی‌متر، منابع وابسته به جریان لازم است به صورت سری در مدار و منابع وابسته به ولتاژ باید به صورت موازی در مدار قرار بگیرند.

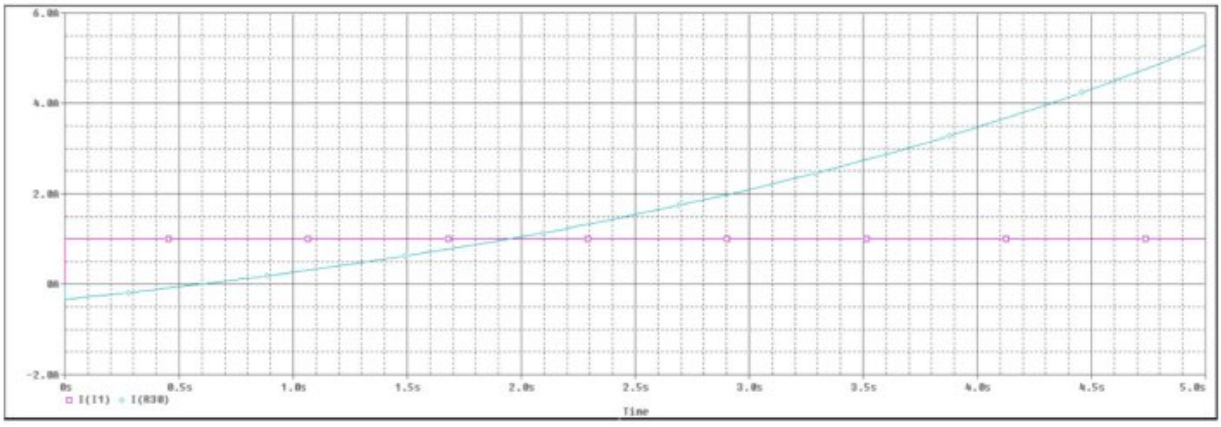
۲- برای اینکه بهره منابع وابسته را مشخص کنید با استفاده از Double click و ستون Gain را مطابق خواسته مدار تغییر دهید:

شکل ٦ : مشخصات منابع وابسته

۳- از IPULSE در ورودی استفاده می‌کنیم.

۴- توجه کنید اگر حتی مدار را تحلیل هم نکنید و ندانید که ثابت زمانی مدار در چه اردری است، می‌توانید اردر زمان شبیه‌سازی را با مقادیر المان‌ها تخمین بزنید. در اینجا خازن بسیار بزرگ و $2F$ است و مقادیر مقاومت‌ها و بهره منابع وابسته نیز در اردر نهایت 10 می‌باشند. بنابراین به نظر می‌رسد زمان شبیه‌سازی در حدود ۵ ثانیه نتیجه قابل قبولی بدهد. بنابراین برای اینکه پاسخ پله را شبیه‌سازی کنیم همانطور که در شماتیک مشخص است مقدار PW را بزرگ می‌دهیم تا پایین رفتن پالس در شبیه‌سازی را نبینیم.

نتیجه به صورت زیر می‌باشد:



شکل ۷: بنفش جریان ورودی و سبز جریان خروجی را نمایش می‌دهد

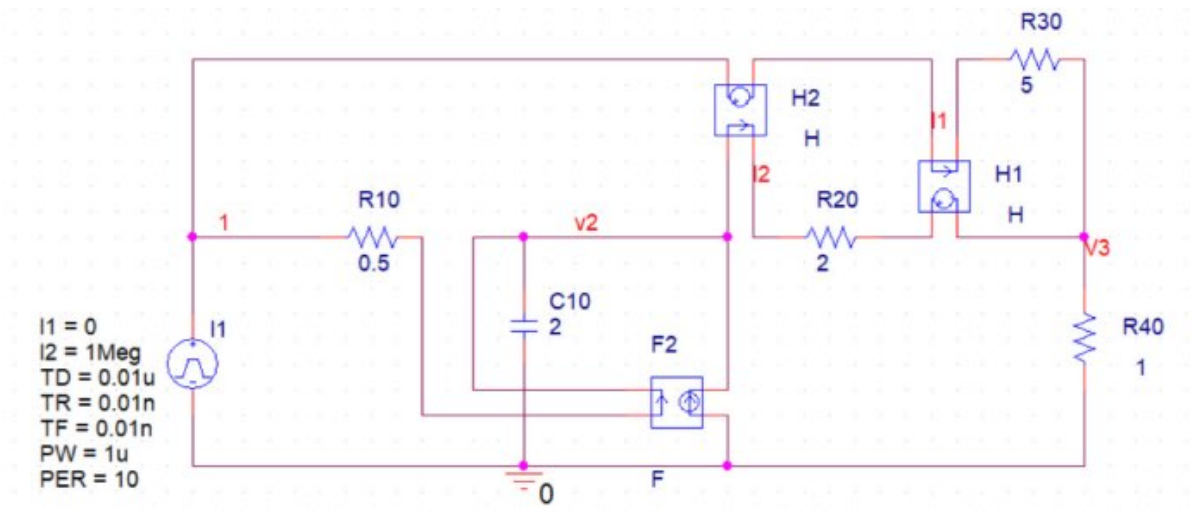
Scanned with CamScanner

به دست آوردن پاسخ ضربه $V_2(t)$:

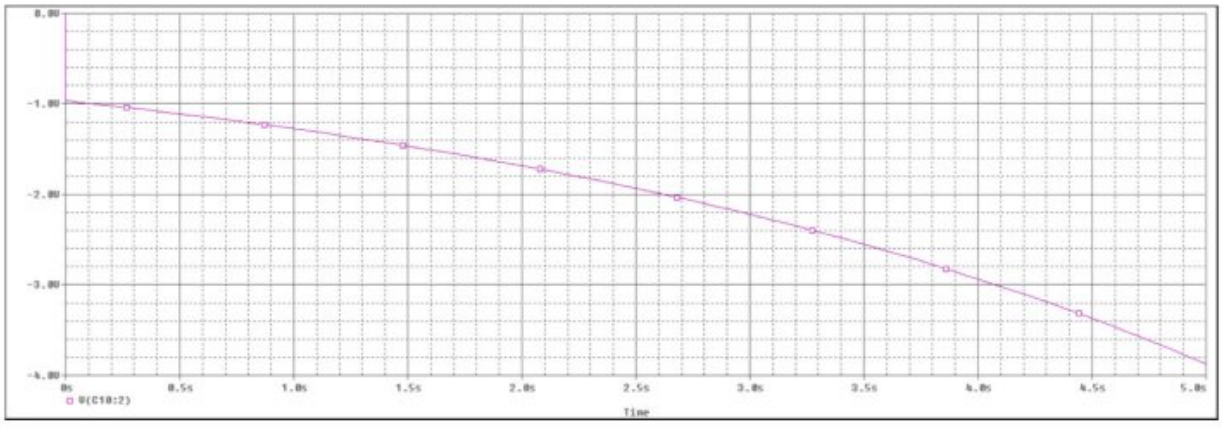
همانطور که توضیح داده شد عمل می‌کنیم:

مقدار $V_2 = 1\ MV$ در نظر گرفته و مقدار $PW = 1\mu s$.

* توجه کنید که مقادیر T_F و T_R باید کمتر از مقدار PW باشند.



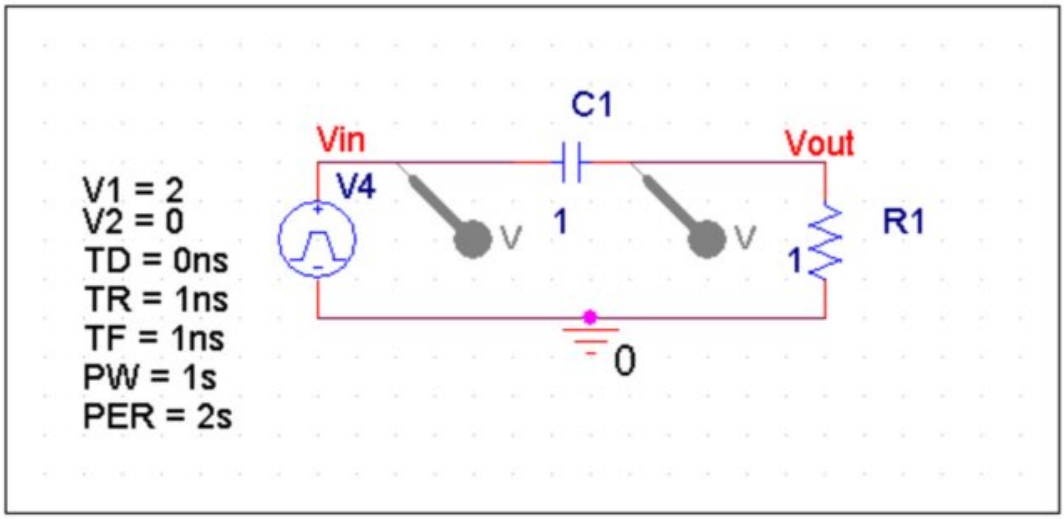
شکل ۸: شماتیک مدار برای پاسخ ضربه



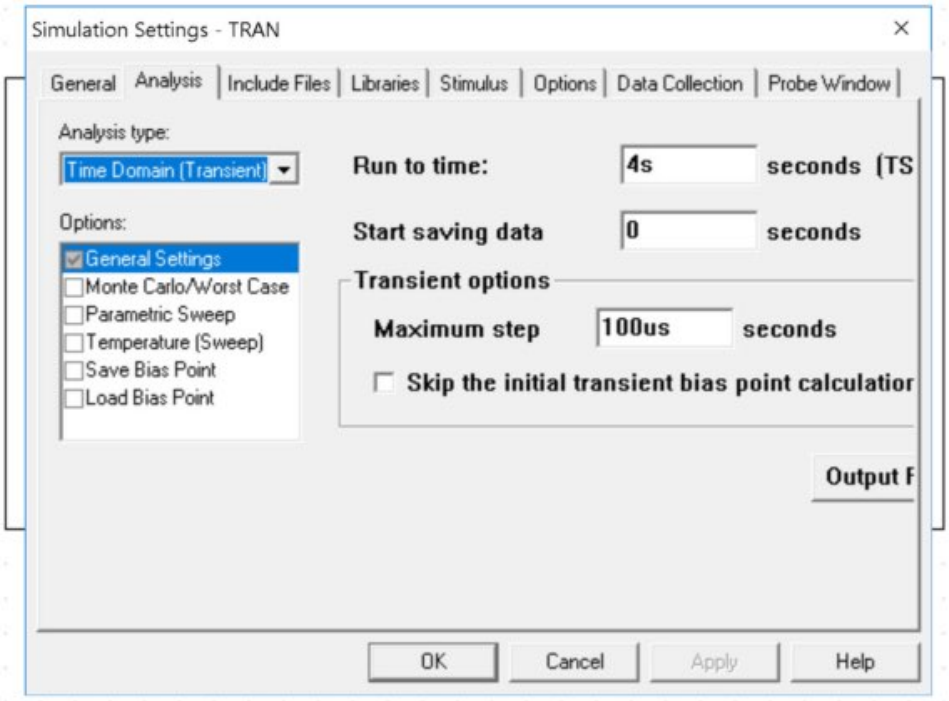
شکل ۹: خروجی پاسخ پله $V_2(t)$

Scanned with CamScanner

سوال 9) مطابق صورت سوال شماتیک زیر را برای شبیه‌سازی حوزه زمان یا transient بوجود می‌آوریم:



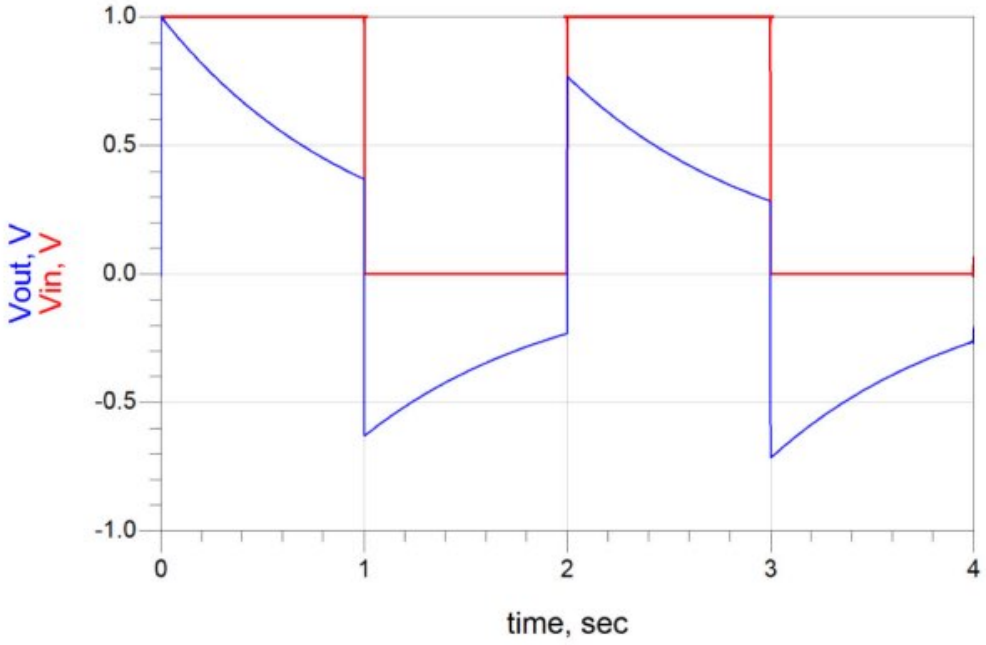
برای قسمت «الف» این سوال، شبیه‌ساز را بصورت زیر تنظیم می‌کنیم:



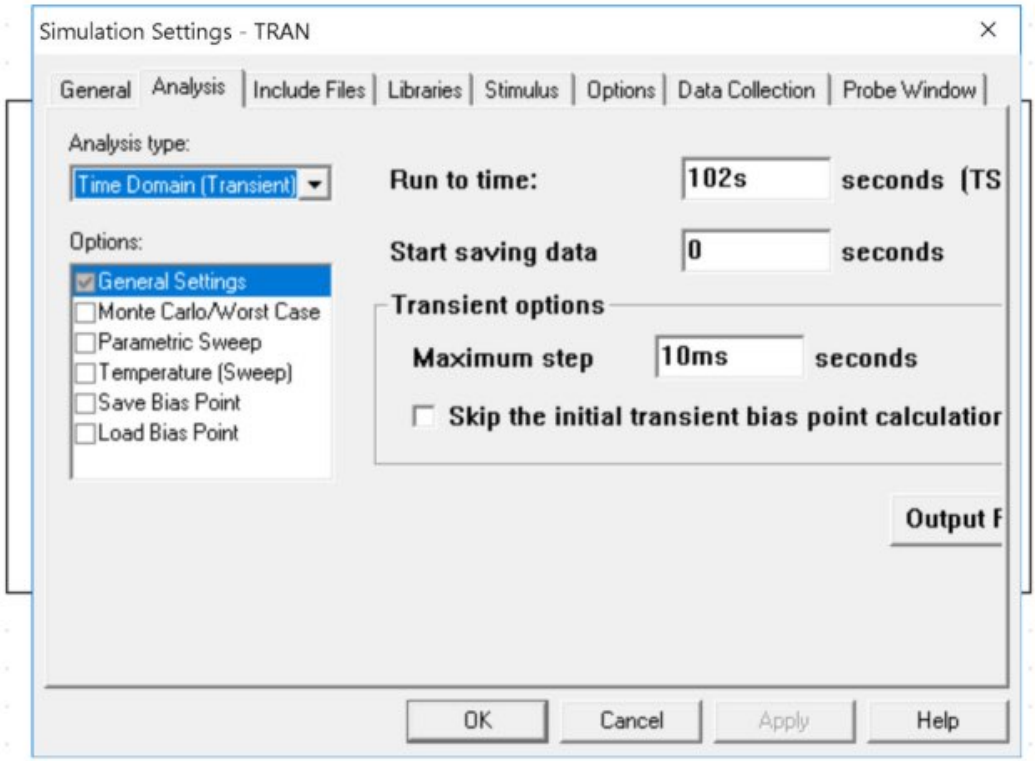
در نظر داشته باشید نام منبع vpulse هست و برای چشم‌پوشی بودن حالات گذر از 0 ولت به 2 ولت و برعکس، زمان صعود و سقوط (TR و TF) 1ns اختیار شده است، چرا که تجربیات شبیه‌سازی نشان می‌دهد بهتر است که این زمان گذر را خیلی کوچک تنظیم کنیم و نه صفر! همچنین با توجه به عدم نیاز تاخیر، TD اساسا 0ns اختیار شده است.

Scanned with CamScanner

آنچه که حاصل می‌شود بصورت زیر است:

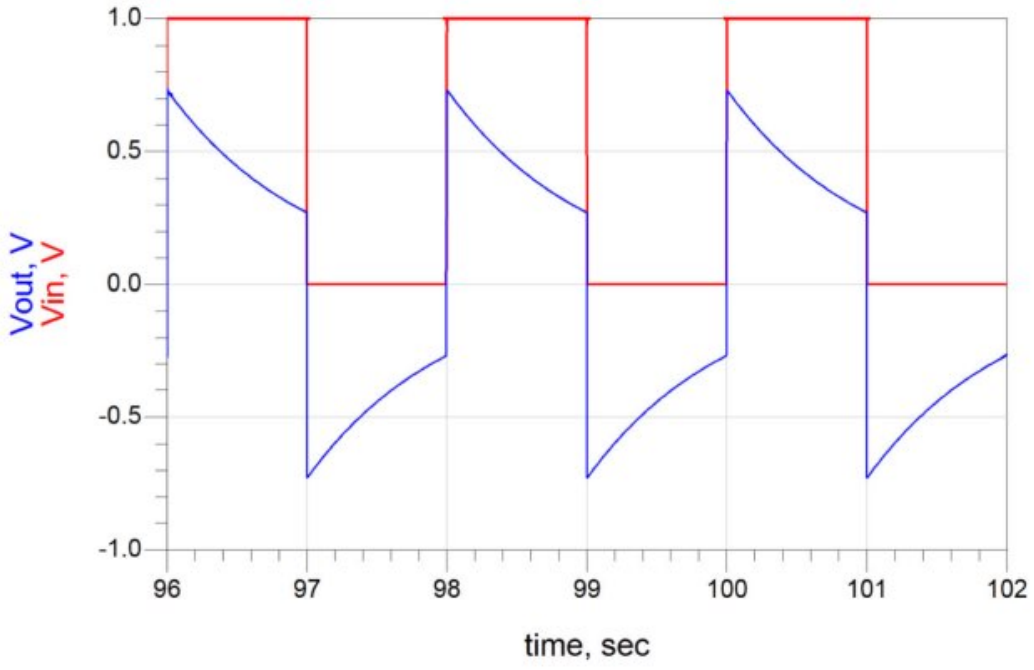


همچنین برای قسمت «ب»، شبیه‌ساز را بصورت زیر تنظیم می‌کنیم، تا در عین دقت کافی (گام‌های 0.01 ثانیه) فرایند شبیه‌سازی طولانی نگردد:



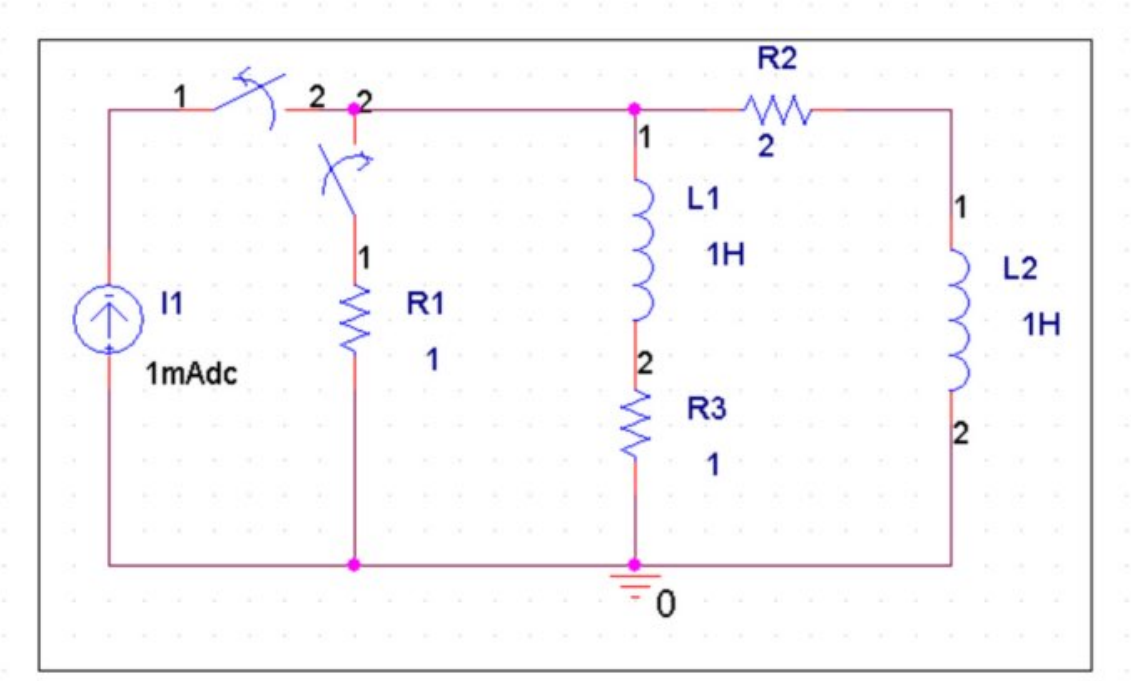
Scanned with CamScanner

آنچه که حاصل می‌شود را با انتخاب پنجره‌ی 96 تا 102 ثانیه، به صورت زیر نمایش داده می‌شود (دیدن تمام بازه‌ی 0 تا 102 ثانیه اطلاعات مطلوبی را با توجه به درهم‌آمیختگی مقادیر به ما نمی‌دهد).



همانطور که مشاهده می‌شود، پس از مدت زمان کافی، مقدار بیشینه و کمینه‌ی سیگنال در هر پریود به مقدار ثابتی رسیده است و دوره‌ی گذار را پشت سر گذاشته است.

سوال 2) مطابق صورت سوال شماتیک زیر را برای شبیه‌سازی حوزه زمان یا transient بوجود می‌آوریم:



Scanned with CamScanner

چند نکته‌ی مهم را بایستی در نظر گرفت:

- نخست اینکه این سوال بصورت پارامتری در نظر گرفته شده است و با توجه به اینکه چنین امری در نرم افزار PSPICE ممکن نیست، برخی مقادیر معمول بصورت دلخواه برای سلف‌ها و مقاومت‌ها اختیار شده‌اند.
- برای پیاده‌سازی چنین کلیدزنی شاید روش‌های بسیاری ممکن باشد، اما به یک روش ساده، می‌توان یک کلید بسته‌شونده و یک کلید بازشونده را به طرز فوق به‌کار گرفت. لازم به ذکر است که این نوع سوئیچ‌ها در کتابخانه‌ی ANL_MISC این نرم‌افزار شبیه‌سازی موجودند و نام آن‌ها به ترتیب Sw_tClose و Sw_tOpen می‌باشد. ضمنا نحوه‌ی تنظیم مقادیر این ابزاره که بسیار مهم است را در زیر می‌توانید ببینید:

	A
	⊞ Example : PAGE1 : U4
BiasValue Power	
Color	Default
Designator	
Graphic	Sw_tOpen.Normal
ID	
Implementation	Sw_tOpen
Implementation Path	
Implementation Type	PSpice Model
Name	I07119
Part Reference	U4
PCB Footprint	
Power Pins Visible	☐
Primitive	DEFAULT
PSpiceOnly	TRUE
PSpiceTemplate	X^@REFDES %1 %2 @MO
RCLOSED	0.01
Reference	U4
ROPEN	1Meg
Source Library	C:\PROGRAM FILES\O
Source Package	Sw_tOpen
Source Part	Sw_tOpen.Normal
TOPEN	2
TTRAN	1n
Value	Sw_tOpen

در این نوار، آنچه که برایمان اهمیت دارد مقادیر زیر هستند:
1) RCLOSED: بیانگر میزان مقاومت این سوئیچ، در دورانی که بسته است. طبیعی است آن را مقدار بسیار کمی اختیار میکنیم تا رفتاری نزدیک به سیم داشته باشد. مثلا در اینجا 0.01 اهم.
2) ROPEN: بیانگر میزان این سوئیچ، در دورانی که باز است. طبیعی است آن را مقدار بسیار بزرگی اختیار کنیم تا رفتاری نزدیک به اتصال باز داشته باشد. مثلا در اینجا 1 مگااهم.
3) TOPEN: بیانگر لحظه‌ی کلیدزنی (باز شدن سوئیچ) است. با توجه به ساختار شبیه‌سازی این عدد را اختیار میکنیم. مثلا به دلخواه در این شبیه‌سازی در لحظه‌ی t = 2s این عمل صورت می‌گیرد.
4) TTRAN: بیانگر مدت زمان گذر از حالت بسته بودن به باز بودن است. طبیعتا انتظار داریم تا این اتفاق تا جای ممکن به سرعت رخ‌دهد تا شبیه به یک کلید ایده‌آل برایمان عمل کند. در اینجا این زمان 1ns اختیار شده است که به میزان کافی کوچک و قابل صرف نظر است.
* برای Sw_tClose دو مورد اول فرقی ندارد و تنها برای مورد سوم، تعابیر باز و بسته شدن را جابجا در نظر بگیرید.

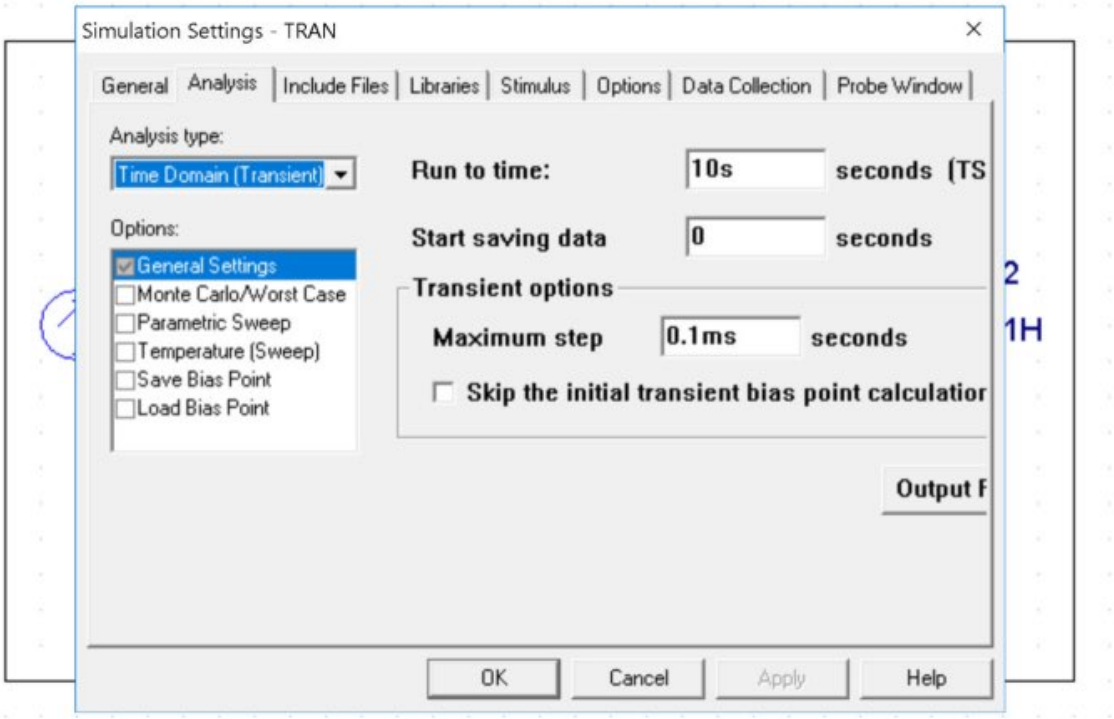
با توجه به مقدار بسیار بزرگ سلف و متناسبا ثابت زمانی بسیار بزرگ آن، اگر لحظه‌ی کلید زنی در t = 2s رخ دهد، بررسی رفتار تا t = 10s داده‌های کافی به ما می‌دهد.

برای اطمینان مقادیر سلف و مقاومت بصورت زیر است:

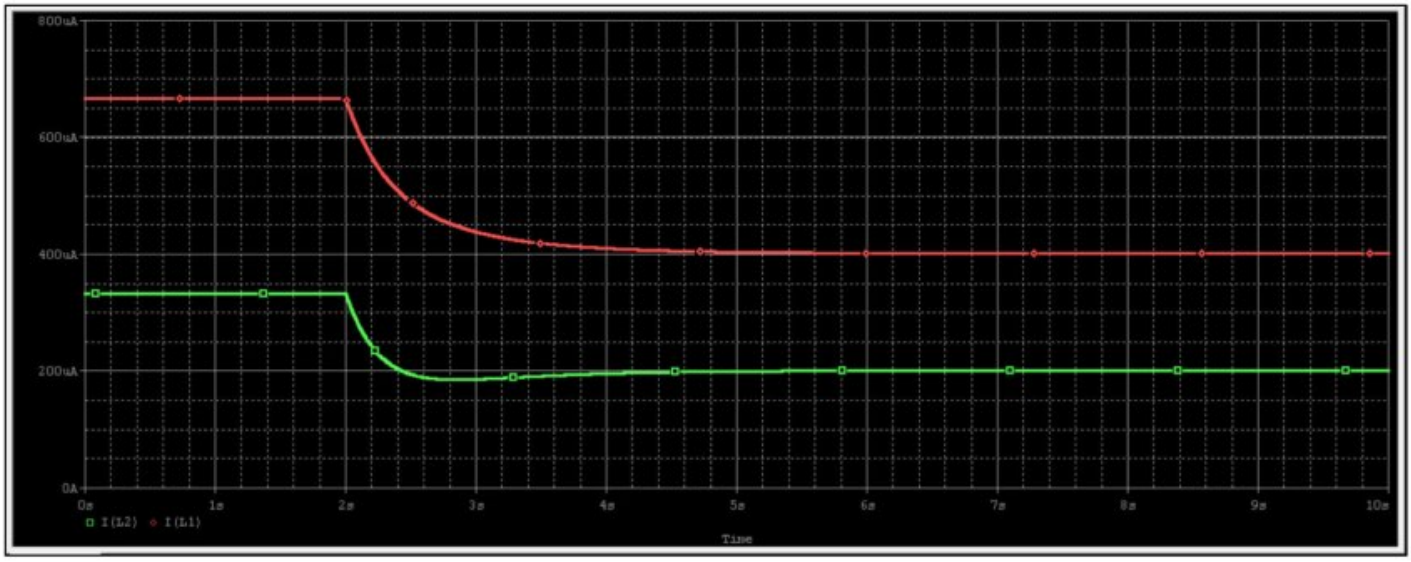
R1 = 1 Ohm, R2 = 2 Ohm, R3 = 1 Ohm, L1 = 1 H, L2 = 1 H, Isource_dc = 1 mA

Scanned with CamScanner

به این ترتیب برای تنظیمات شبیه‌ساز خواهیم داشت:



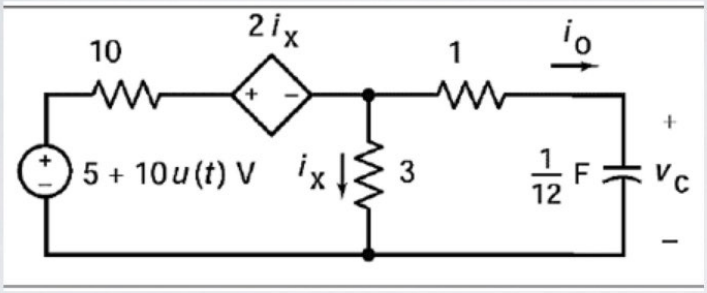
خروجی حاصل شده نیز به شکل زیر است:



***لازم به ذکر است که برای نمایش دقیق‌تر در تمرین9، از یک عملگر دیگر برای رسم مقادیر حاصل شده بکار گرفته شد. این البته صرفا به دلیل جنبه‌ی آموزشی آن بود و اساسا نتیجه هیچ تفاوتی با simulator اسپایس نخواهد کرد.

Scanned with CamScanner

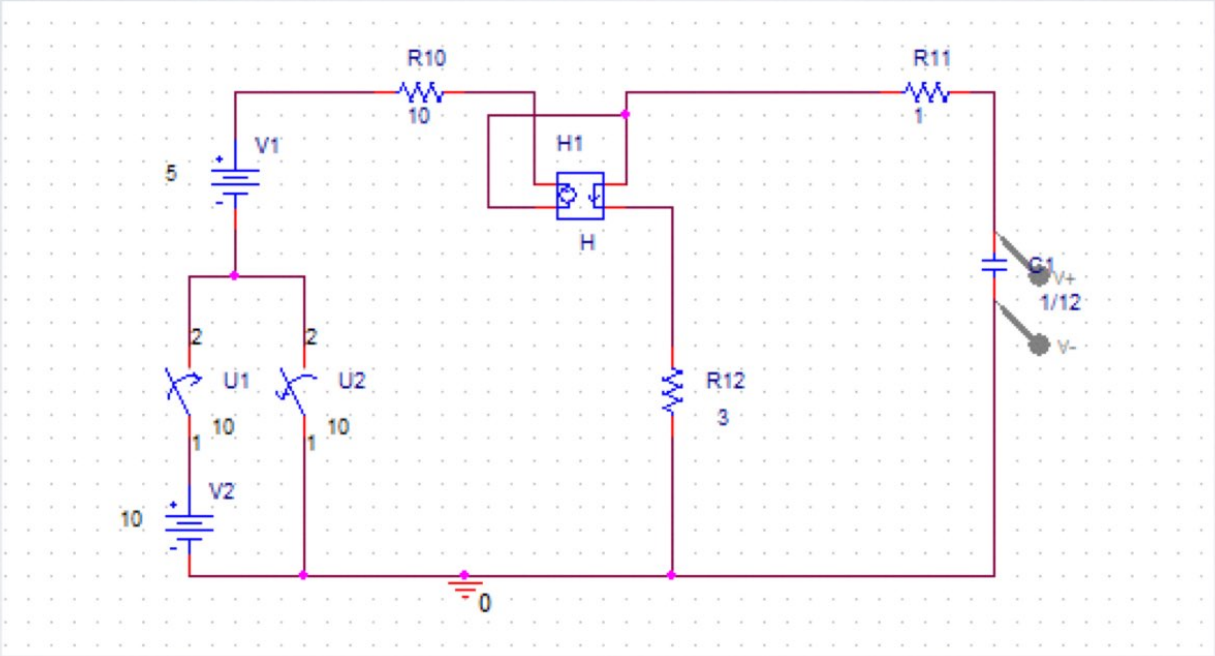
سوال ۳ تحویلی



$$t<0\ KVL:\ 5-10i_x-2i_x-3i_x=0\rightarrow 5=15i_x\rightarrow i_x=1/3$$
$$Vc(0^-)=3i_x=1v$$
$$t>0\ \ Vc(0^-)=Vc(0^+)=1v$$
$$ix=V1/3,\ KCL:\ \frac{V1-Vc}{1}+\frac{V1}{3}+\frac{V1+2\frac{V1}{3}-15}{10}=0\rightarrow 1.5V1-Vc=1.5$$
$$V1=Vc+1*\frac{dVc}{12dt}\rightarrow \frac{dVc}{12dt}+\frac{Vc}{3}=1,$$
$$Vc(0^-)=1vV(\infty)=3v$$
$$V_c=3-2e^{-4t}$$

Scanned with CamScanner

مدارکشیده شده در شبیه سازی spice:



Scanned with CamScanner

توضیحات پیاده سازی مدار:

- برای منبع ولتاژ وابسته به جریان از عنصر H موجود در کتاب خانه ANALOG استفاده می کنیم. برای تعیین میزان Gain آن ابتدا دو بار بر روی مدار کلیک می کنیم و در ستون gain مقدار مورد نظر را وارد می کنیم.
- در هنگام انجام اتصالات به جهت های ولتاژ و جریان توجه شود.
- برای کلید های از Sw-open و Sw-close موجود در کتاب خانه ANL-MISC استفاده می کنیم.
- برای تعیین میزان مقاومت این کلید ها در هنگام باز و بسته بودن به properties آن ها مراجعه می کنیم. مقدار پیش فرض این مقاومت ها برابر 1MΩو 0.01Ω است.
- لحظه باز یا بسته شدن کلید ها توسط مقدار t-open بر حسب ثانیه تعیین می شود. در این دو سوال این مقدار برابر ۱۰ ثانیه قرار داده شده تا مطمئن باشیم همه قسمت های گذرا به پایان رسیده اند.البته می دانیم که مدار timeinvarient است یعنی تاخیر در اعمال ورودی همان میزا تاخیر در خروجی را به همراه دارد. در نتیجه مشکلی ایجاد نمی شود.
- برای شبیه سازی منبع ولتاژ 5+10u(t) می توان به این صورت عمل کرد که ابتدا یک منبع 5vdc (Vdc از کتاب خانه source) قرار می دهیم. با یک کلیدی t-open به زمین وصل می کنیم. همچنین همان گره را با استفاده از یک کلید t-close به یک منبع۱۰ ولت وصل می کنیم. اگر زمان باز شدن و بسته شدن کلید های ذکر شده همزمان باشد ولتاژ مورد نظر تولید شده است.

Scanned with CamScanner

Sw-tclose properties

	A
	Example : PAGE1 : U4
BiasValue Power	
Color	Default
Designator	
Graphic	Sw_tOpen.Normal
ID	
Implementation	Sw_tOpen
Implementation Path	
Implementation Type	PSpice Model
Name	I07119
Part Reference	U4
PCB Footprint	
Power Pins Visible	
Primitive	DEFAULT
PSpiceOnly	TRUE
PSpiceTemplate	X^@REFDES %1 %2 @MO
RCLOSED	0.01
Reference	U4
ROPEN	1Meg
Source Library	C:\PROGRAM FILES\O
Source Package	Sw_tOpen
Source Part	Sw_tOpen.Normal
TOPEN	2
TTRAN	1n
Value	Sw_tOpen

ROPEN:resistance in SC

ROPEN:resistance in OC

TOPEN:time to open the switch

Scanned with CamScanner

H properties

	BiasValue Power	Color	Designator	GAIN	Graphic	ID	Implementation
SCHEMATIC1 : PAGE1 : H1		Default		2	H.Normal		
/H1	221.9mW	Default		2	*H.Normal*	333	

GAIN:Vout/Iin

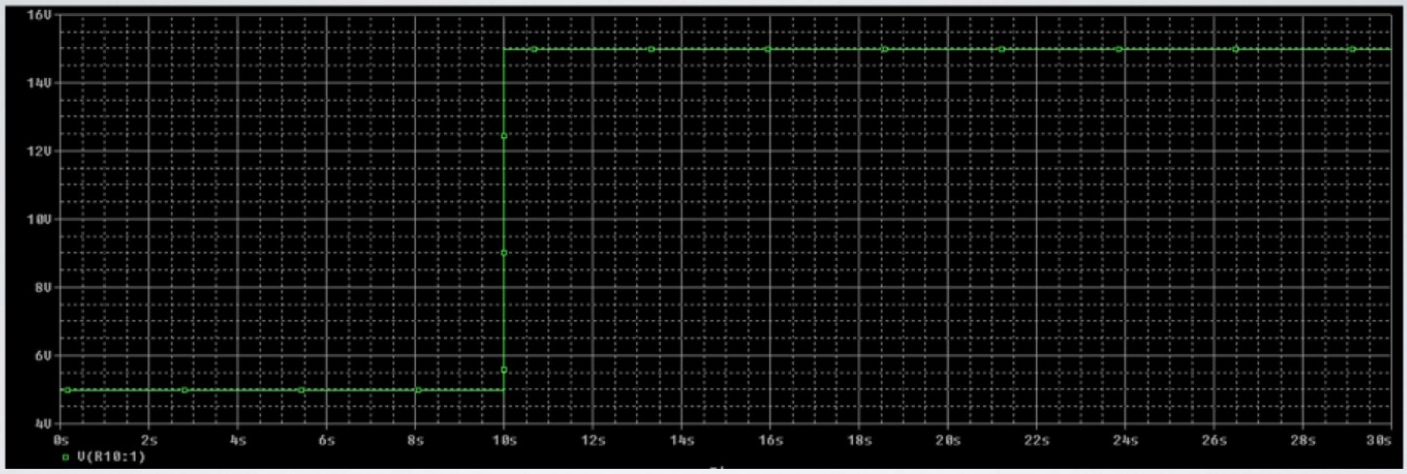
L and C properties

	BiasValue Power	Color	Designator	Graphic	IC	ID	Implementation	Implementation Path	Implementation Type	Name	Part Reference	PCB Footprint	Power Pins V
SCHEMATIC1 : PAGE1 : L3		Default		L.Normal	0				<none>	I00944	L3	DISC/.350x.175/LS.200x.100/.034	
/L3	9.090nW	Default		*L.Normal*	0	365			<none>	I00944	L3	DISC/.350x.175/LS.200x.100/.034	

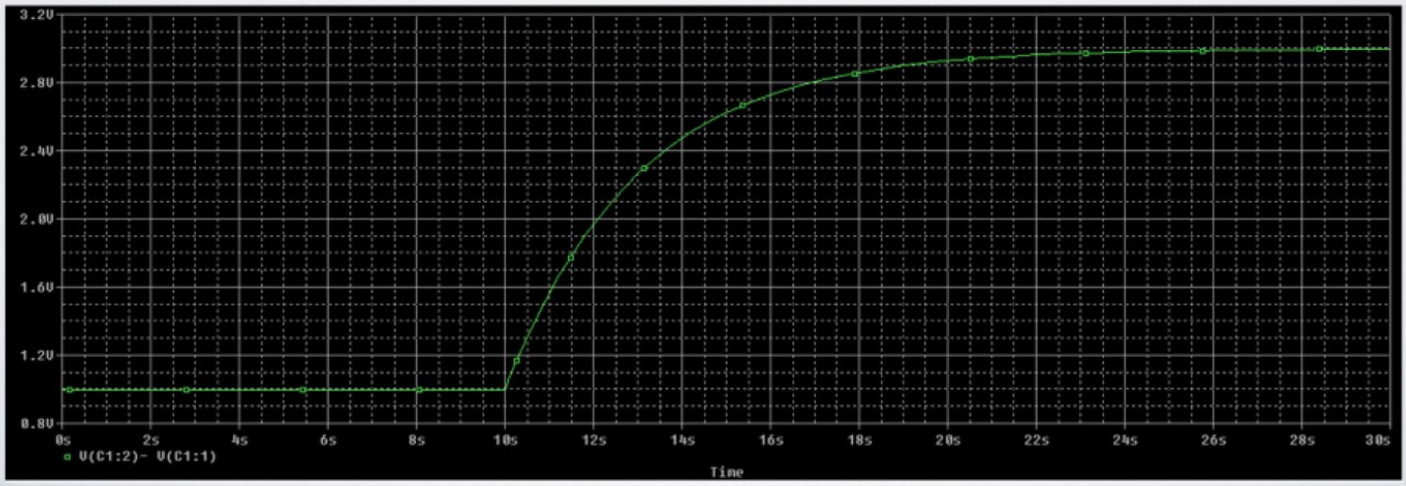
IC: you can change the initial voltage of capacitor and initial current of inductor

Scanned with CamScanner

vin: 10 volt increase in voltage in t=0s

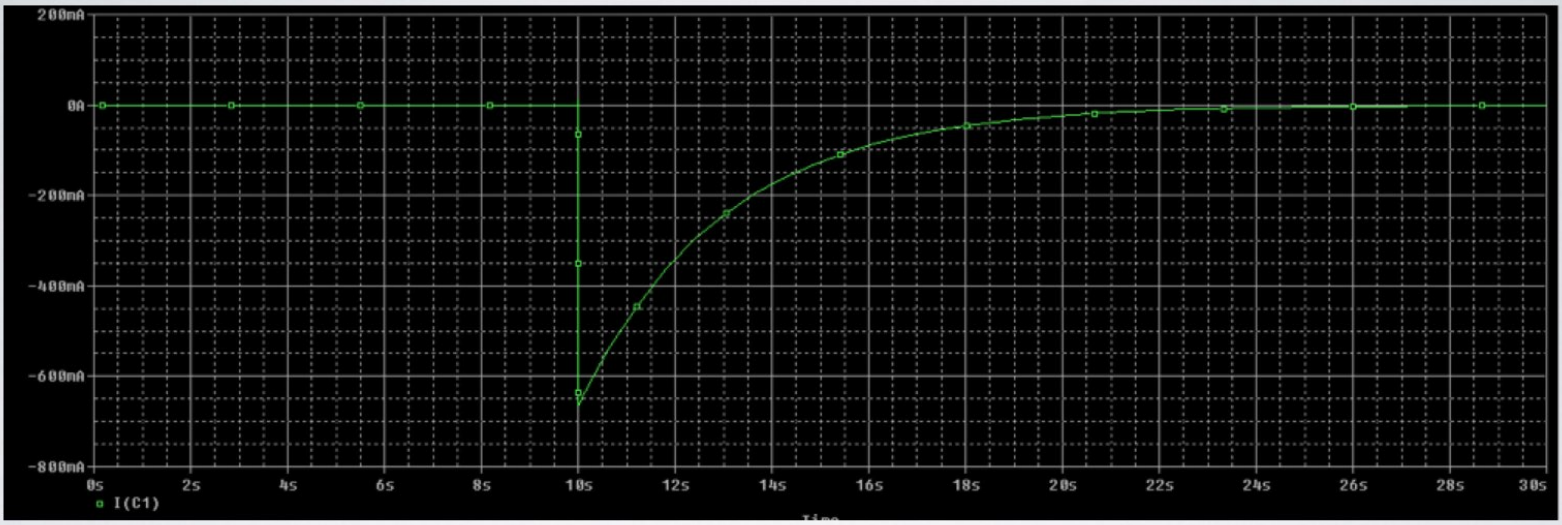


vout: V(c:+)-V(c:-)



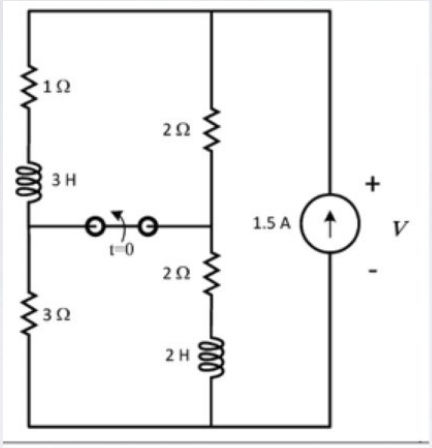
Scanned with CamScanner

برخلاف ولتاژ جریان خازن پیوسته نیست :Ic



Scanned with CamScanner

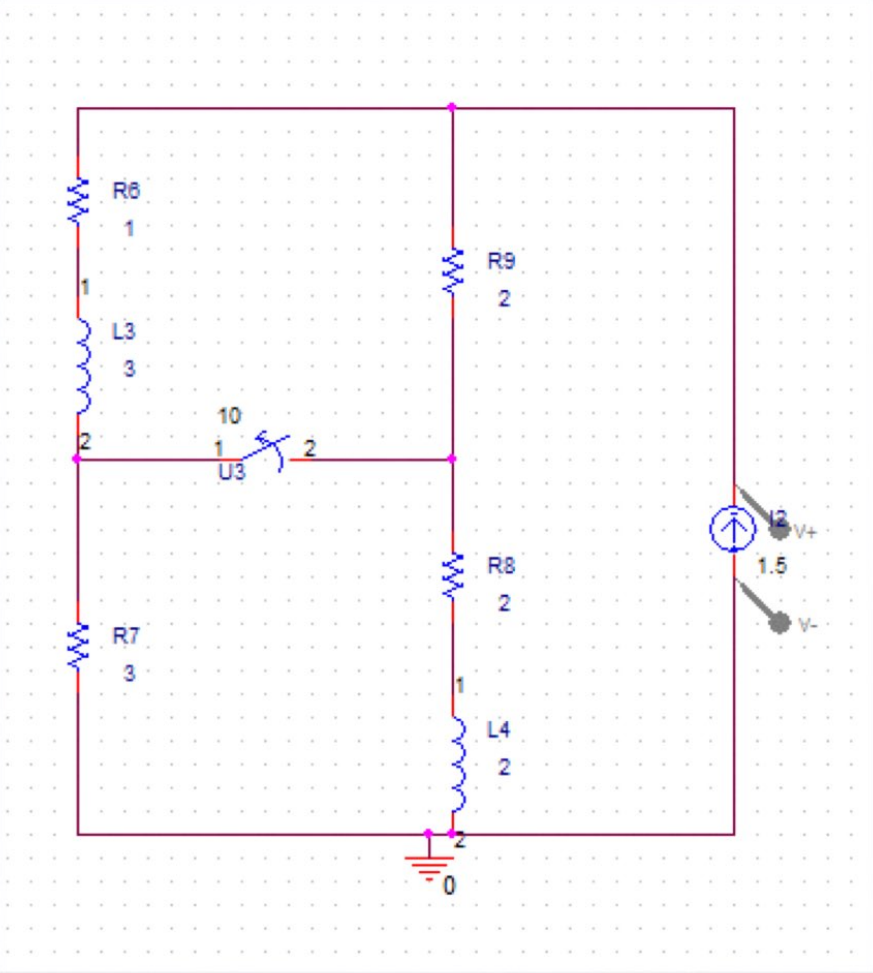
سوال ۳ تحویلی



$$t<0 \quad V=1.5*(2||1+2||3)=2.8V \ , \ V1=1.8V$$
$$i_{L3}(0^-)=1A, \quad i_{L2}(0^-)=0.9A$$
$$t>0 \quad KCL: \quad i_{L3}+i_{L2}=1.5A$$
$$KVL=3i_{L3}+3\frac{di_{L3}}{dt}+i_{L3}-2i_{L2}-2\frac{di_{L2}}{dt}=0$$
$$\int_{0^-}^{0^+} \rightarrow 0+3(i_{L3}(0^+)-i_{L3}(0^-))+0-2(i_{L2}(0^+)-i_{L2}(0^-))+0=0$$
$$3(i_{L3}(0^+)-1)+0-2(i_{L2}(0^+)-0.9)+0=0 \rightarrow$$
$$i_{L3}(0^+)=0.84A \quad , i_{L2}(0^+)=0.66A$$
$$t(\infty): \quad V=1.5*(4||4)=3v$$

Scanned with CamScanner

مدارکشیده شده در شبیه سازی spice:

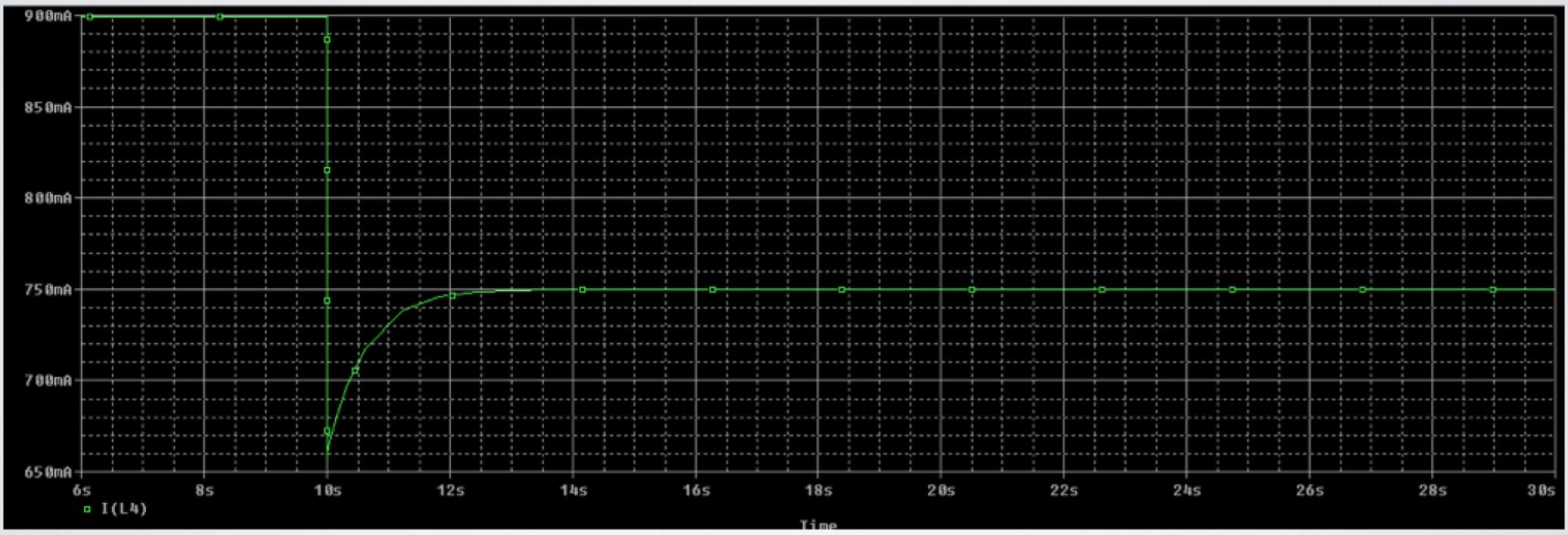


Scanned with CamScanner

جریان سلف ها:

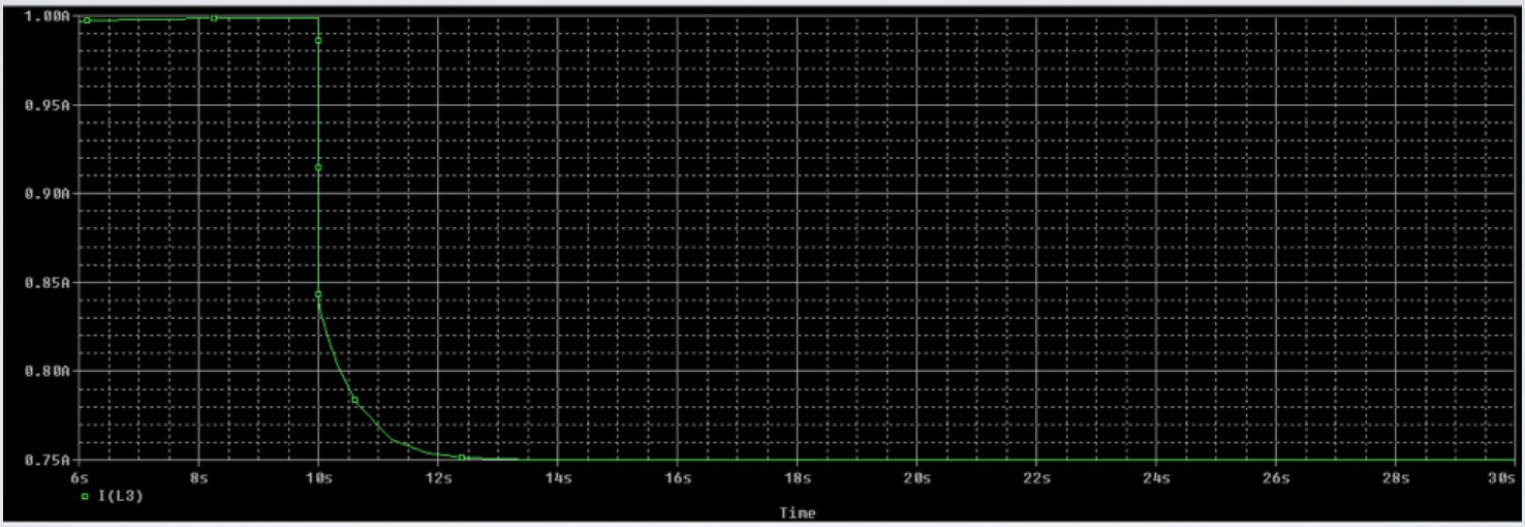
همان طور که در اسلاید قبل مشاهده کردید به علت ثابت بودن اندازه منبع جریان پس از باز شدن کلید یک ناپیوستگی در جریان سلف ها به وجود می آید. این ناپیوستگی منجر به ایجاد ولتاژ ضربه در لحظه صفر می شود.
جریان سلف ها در شکل زیر نشان داده شده اند :

I(initial)=0.9A I(0+)=0.66A I(final)=0.75A



Scanned with CamScanner

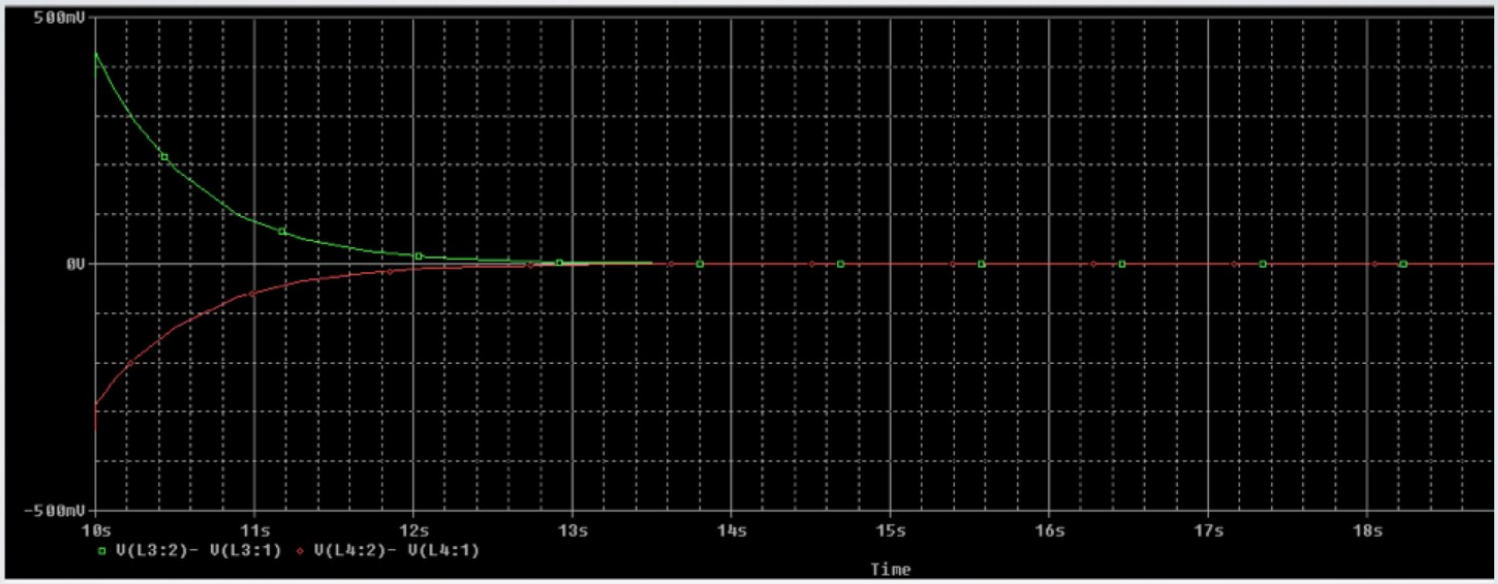
I(initial)=1A I(0+)=0.85A I(final)=0.75A



Scanned with CamScanner

ولتاژ سلف ها

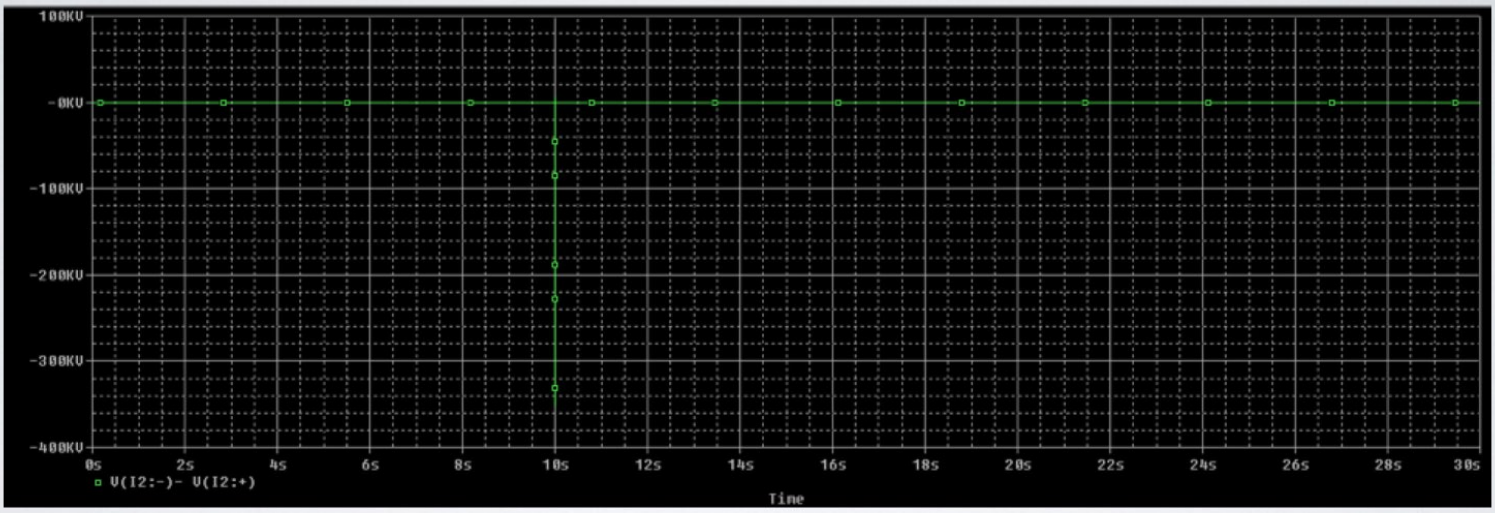
همان طور که قبلا اشاره شد پس از باز شدن کلید یک ناپیوستگی در جریان سلف ها به وجود می آید. برای برقرار بودن kvl لازم است ولتاژ اولیه سلف ها برابر 560mv و160mv شود. پس از پایان پاسخ گذرا ولتاژ دو سر آن مجددا صفر می شود.
ولتاژ سلف ها در شکل زیر نشان داده شده اند :



Scanned with CamScanner

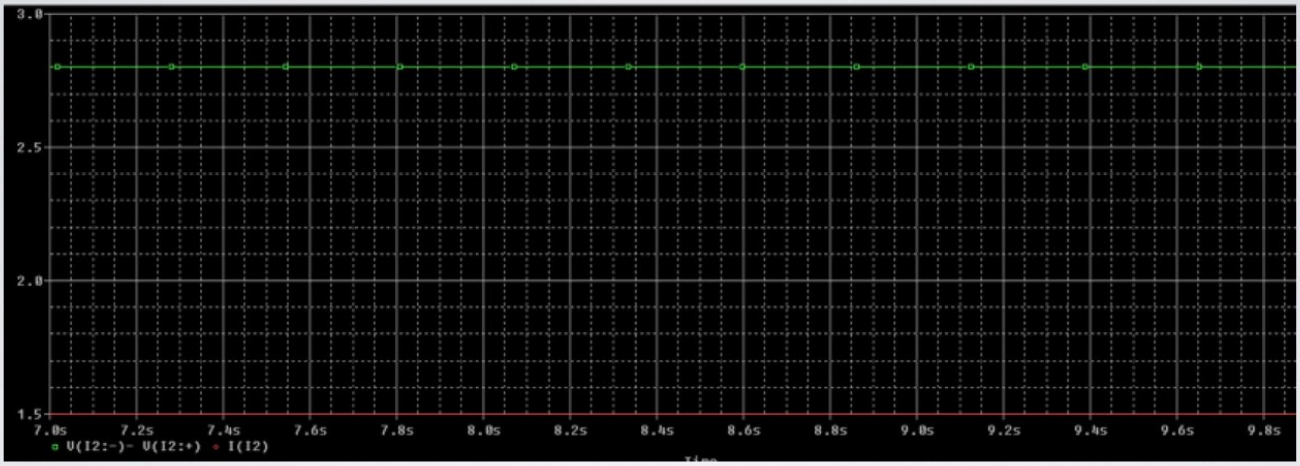
ولتاژ ضربه ایجاد شده در لحظه صفر به خوبی در شکل زیر مشخص است.

Vout

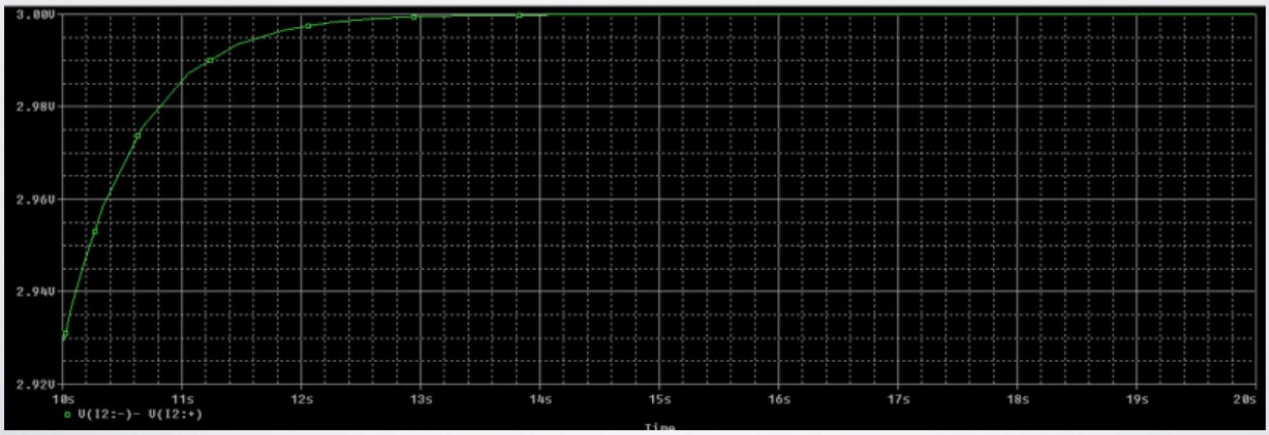


Scanned with CamScanner

Vout: t<0



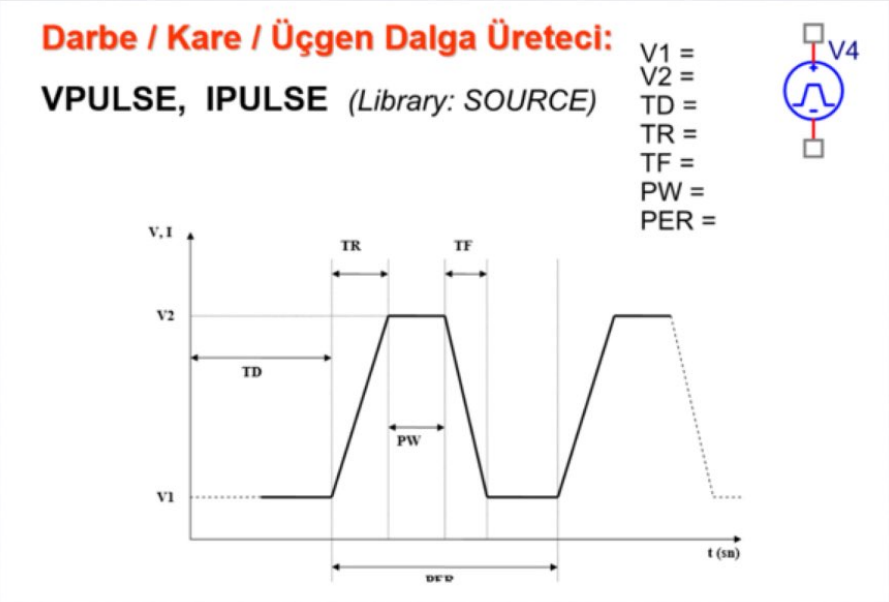
Vout: t>0



Scanned with CamScanner

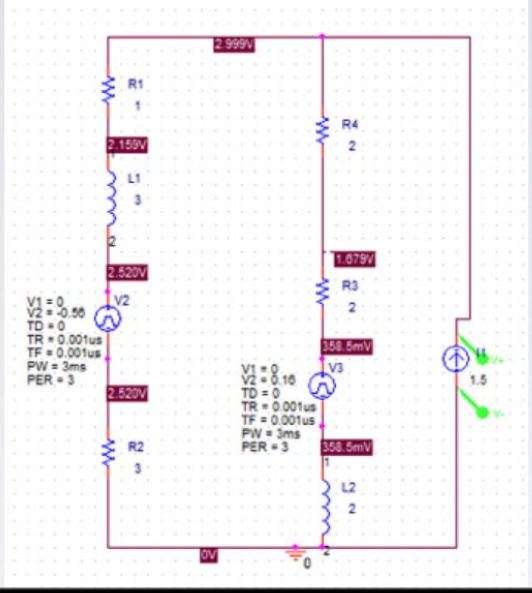
حال برای بهتر دیدن ولتاژ خروجی می توانیم تمام مقادیر اولیه های سلف از جمله جریان اولیه و ولتاژ ضربه ایجاد شده در آن ها را در لحظه باز شدن کلید شبیه سازی کنیم. نحوه اعمال این دو مورد با تغییر IC سلف ها (جریان اولیه سلف ها) و اعمال ولتاژ ضربه امکان پذیر است.

VPULSE properties

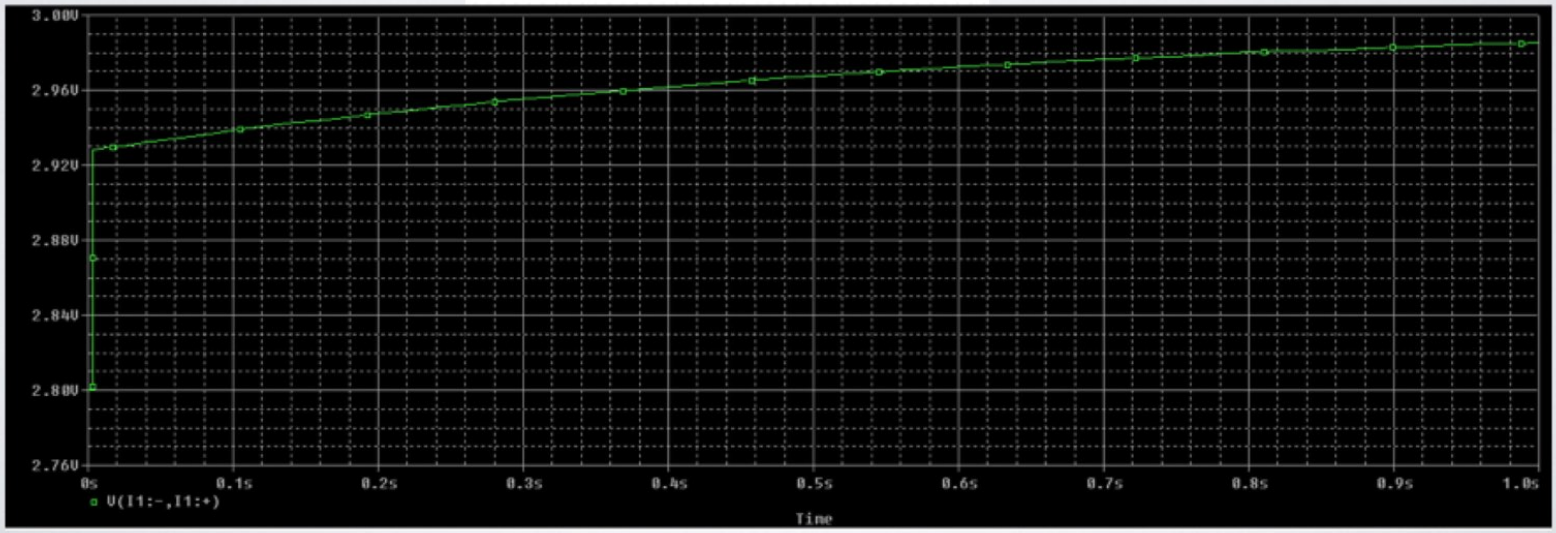


- برای شبیه سازی ولتاژ ضربه می توان از VPULSE استفاده کرد به این صورت که PR آن را به اندازه کل بازه شبیه سازی و PW آن را بازه زمانی بسیار کوچک در نظر می گیریم. همچنین دامنه آن باید تا حد ممکن بزرگ باشد.

Scanned with CamScanner



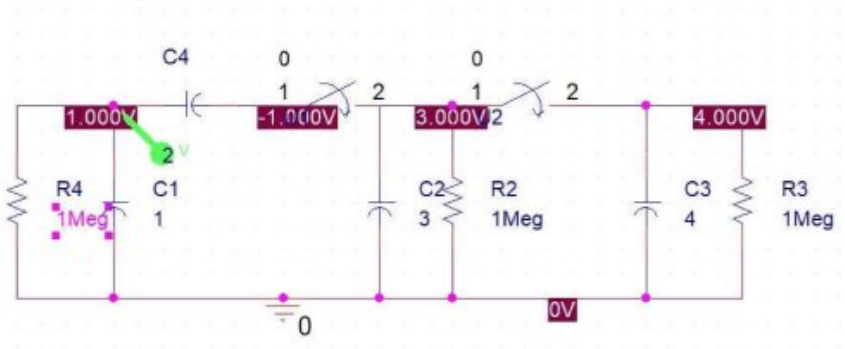
Vout



Scanned with CamScanner

به نام او

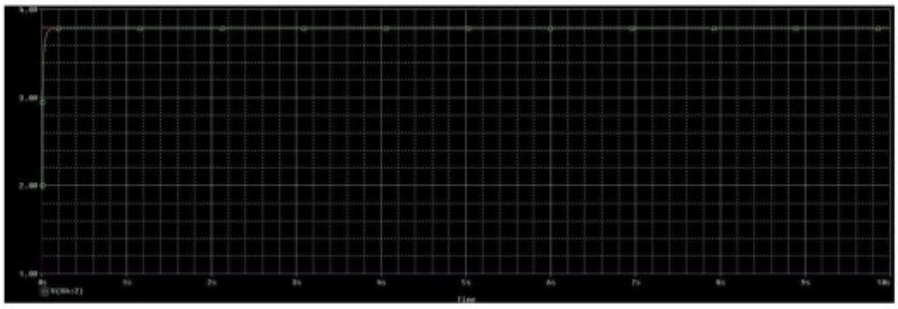
۱)



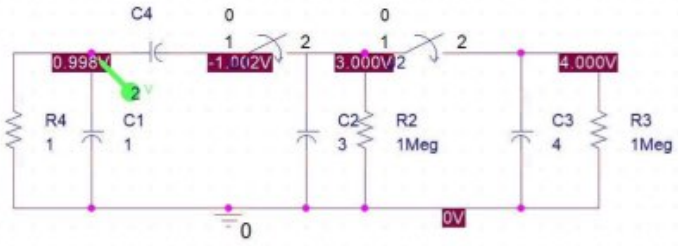
مدار را مانند شکل فوق در اسپایس می کشیم.

مقاومت ها برای شناور نشدن ولتاژ DC نقاط مدار قرار داده شده اند (گره ای که فقط توسط خازن ها به سایر نقاط مدار وصل شده باشد هر ولتاژ DC می تواند داشته باشد) و چون مقادیر بزرگی دارند می توان از آنها صرفنظر کرد.

برای اندازه گیری ولتاژ اولیه مانند شکل بالا ولتاژ حالت پایدار خازن C1 را اندازه گیری کردیم که همانطوز که در شکل زیر می بینید حدود ۳,۷۸ ولت شد.

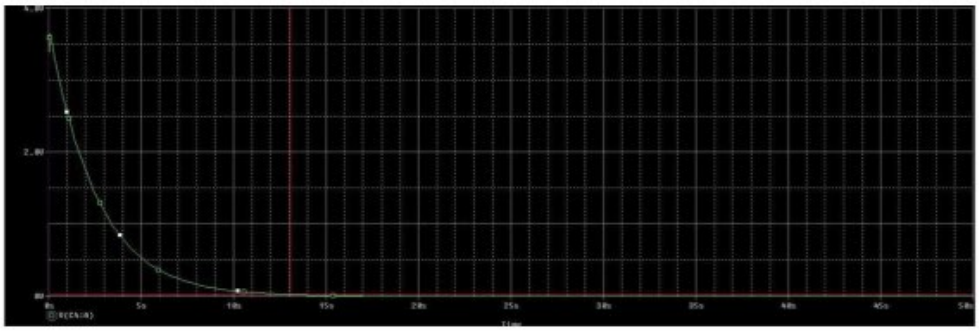


برای اندازه گیری خازن معادل هم یک مقاومت یک اهم به دو سر مدار مانند شکل زیر وصل کردیم:



حالا زمان به تعادل رسیدن مدار تقریبا پنج برابر ثابت زمانی مدار می باشد و چون مقدار مقاومت برابر یک اهم است مقدار خازن معادل همان ثابت زمانی مدار می شود که به راحتی محاسبه می شود.

Scanned with CamScanner



$$5 \times \tau = 5 \times C = 12.8$$

Scanned with CamScanner

ابتدا برای ساختن مقاومت غیرخطی از منبع جریان وابسته به ولتاژ استفاده میکنیم.

$CCS23$ یک منبع جریان وابسته به ولتاژ می باشد که مشخصه جریان عبوری از آن به صورت یک چند جمله ای از دو ولتاژ ورودی آن مشخص می شود. (ولتاژ های ورودی توسط $voltagesense$ اندازه گیری می شوند)

حالا ما اینجا می خواهیم مشخصه $i = v_r^2$ را بسازیم پس یک ورودی را صفر قرار می دهیم و ضریب متناظر با ورودی اول به توان دو را برابر منفی یک قرار می دهیم. (به جهت جریان دقت کنید)

Property VALUE<expression>

Indicates the expression used to calculate the output current. The expression used is:

$$GAIN * (C_0 + C_1 \cdot I_1 + C_2 \cdot I_2 + C_3 \cdot I_1^2 + C_4 \cdot I_1 \cdot I_2 + C_5 \cdot I_2^2 + C_6 \cdot I_1^3 + C_7 \cdot I_1^2 \cdot I_2 + C_8 \cdot I_1 \cdot I_2^2 + C_9 \cdot I_2^3)$$

where

GAIN is the value of the GAIN property

C_0 is the value of the C0_VALUE property

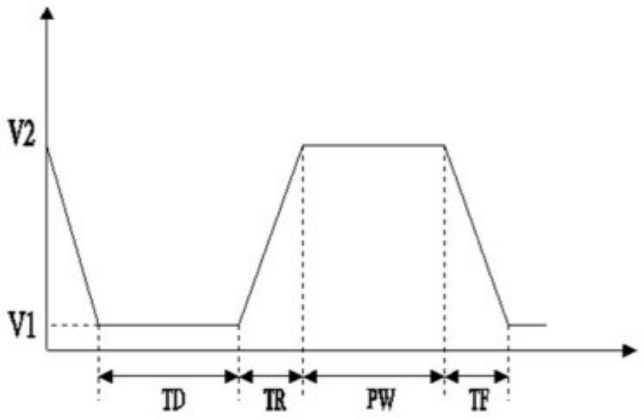
C_1 is the value of the C1_VALUE property

C_2 is the value of the C2_VALUE property

and so on

شکل بالا عبارت کلی را نشان می دهد.

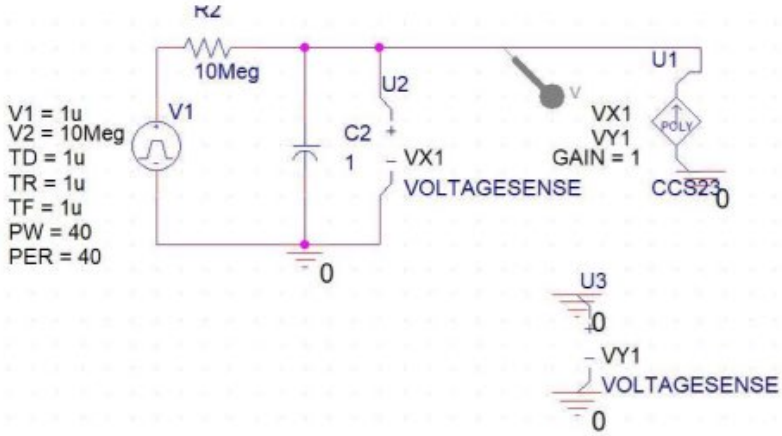
برای ساختن منبع ضربه هم از $VPULSE$ استفاده می کنیم و دوره را به مقدار متناسب کم می کنیم و ارتفاع آن را متناسب با معکوس دوره زیاد می کنیم و تناوب سیگنال را هم آنقدر بزرگ در نظر می گیریم که در بازه مورد نظر فقط یک ضربه اتفاق بیافتد.



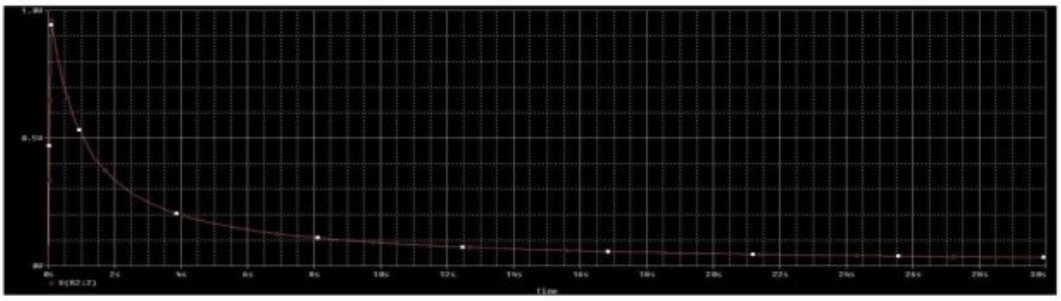
حال مدار را مانند شکل زیر می بندیم و پاسخ پله و پاسخ ضربه آن را اندازه گیری می کنیم.

دقت کنید که به جای منبع جریان از یک منبع ولتاژ با مقاومت زیاد استفاده شده است که معادل یک منبع جریان می باشد.

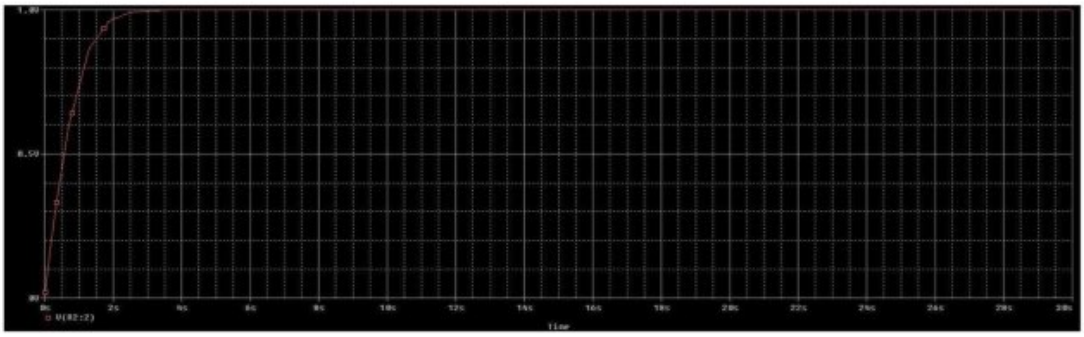
Scanned with CamScanner



پاسخ ضربه



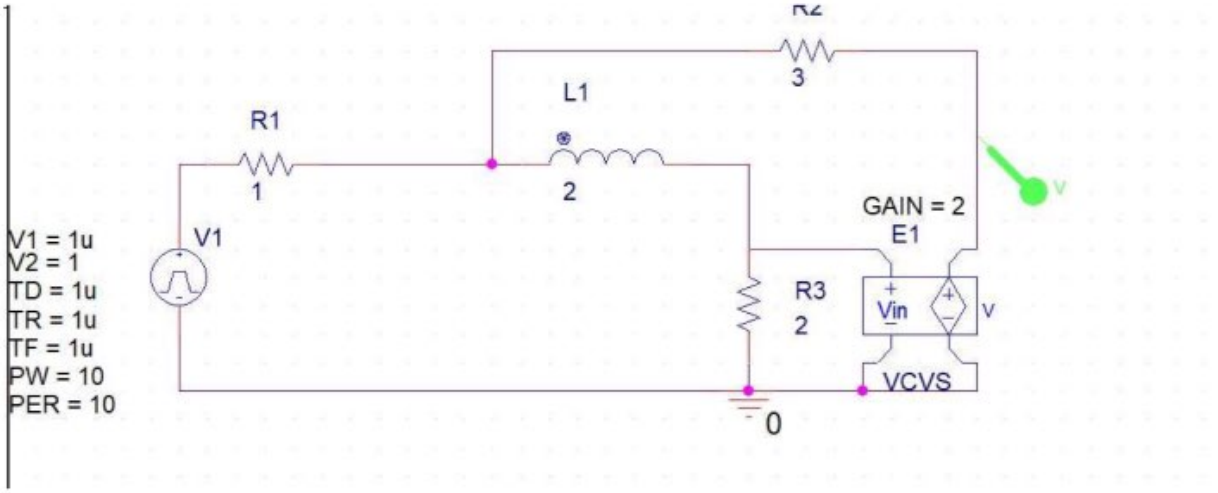
پاسخ پله



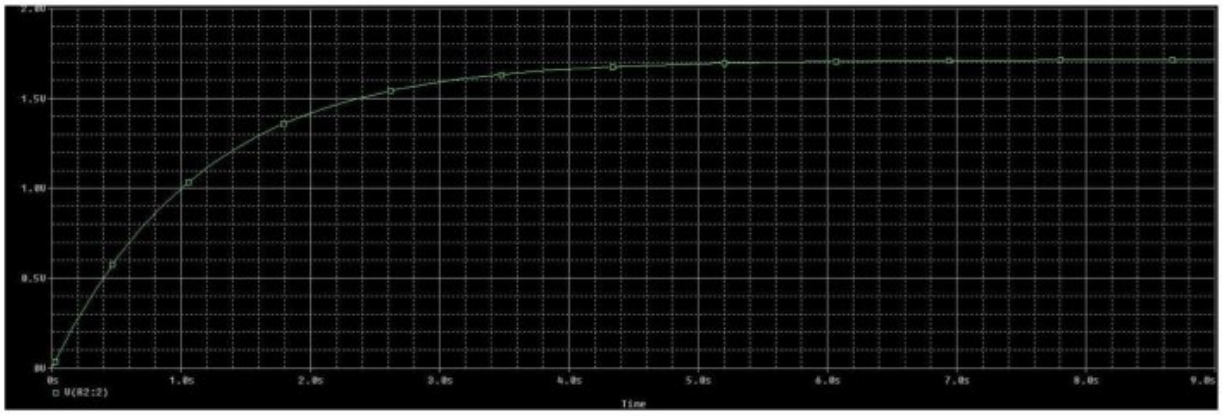
Scanned with CamScanner

(۷۴

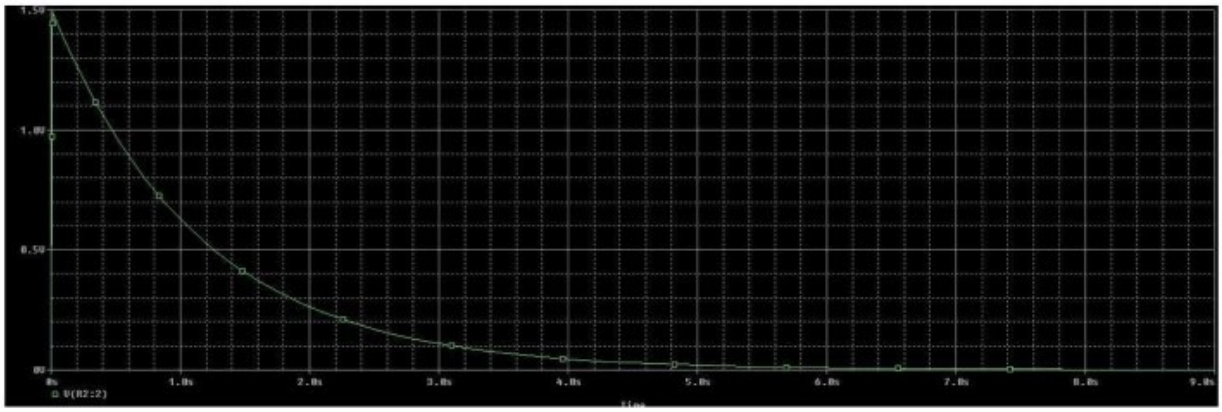
مدار را مانند شکل زیر می بندیم و پاسخ پله و ضربه آن را حساب می کنیم



پاسخ پله



پاسخ ضربه



Scanned with CamScanner

سوال 17 : (دوستان عزیز دقت بفرمایید ! حل المسایل این سوال را غلط حل کرده است پس به حا های حل المسایل اصلا اتکا نکنید!)

ابتدای کار در محیط Capture CIS (لازم به ذکر است تمامی حل ها و روش ها مربوط به ورژن 9.2 میباشد البته در ورژن های متفاوت تفاوت زیادی وجود ندارد اما ممکن است ظاهر نرم افزار تا حدی متفاوت باشد) سعی میکنیم شماتیک مدار داده شده در سوال را رسم نماییم البته به این موضوع دقت میکنیم برای اجزای مدار کافیست پس از افزودن کتابخانه های پی اسپایس آن ها را در پلیس پارت place part پیدا کرده و اضافه نماییم.(مقاومت : R سلف : L خازن: C)

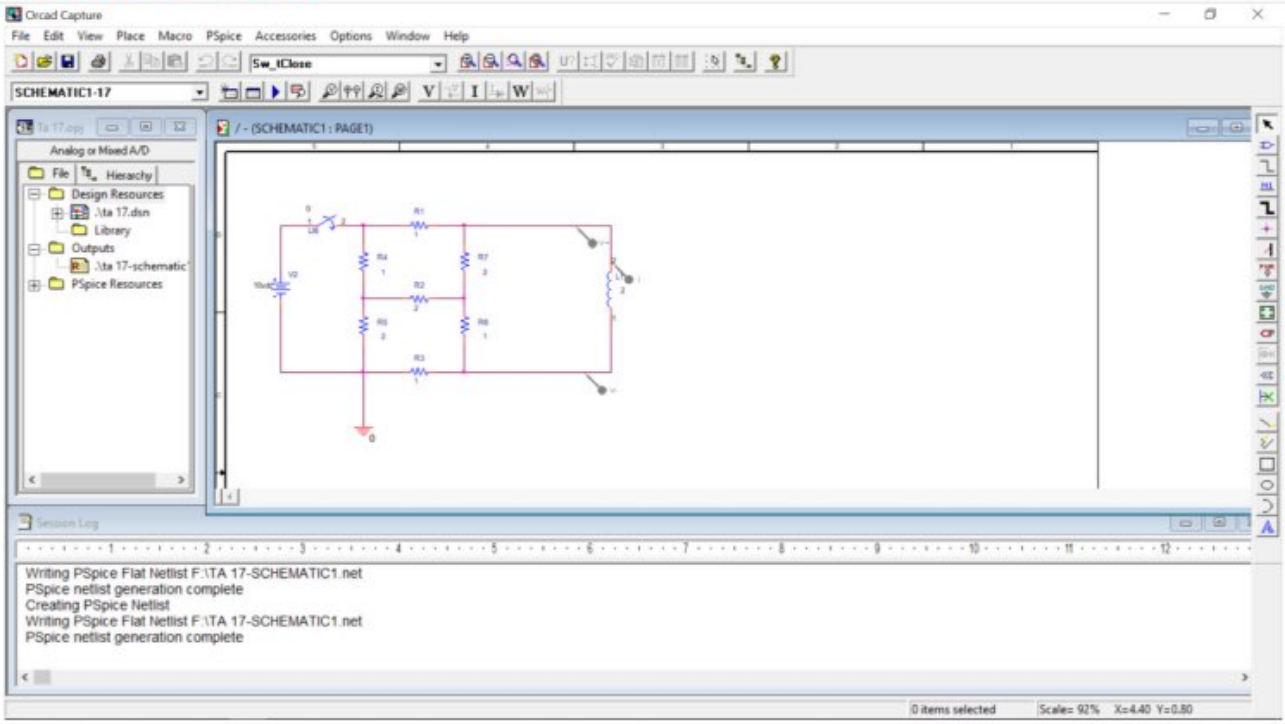
حال پس از رسم مدار کافیست یک سیمولیشن ساخته و در آن رفتار زمانی مدار را بررسی نماییم ما این کار را با سه پروب انجام میدهیم (هرچند برای حل سوال 1 پروب جریان کافیست)(شکل 1)

حل را به دو بخش تقسیم میکنیم

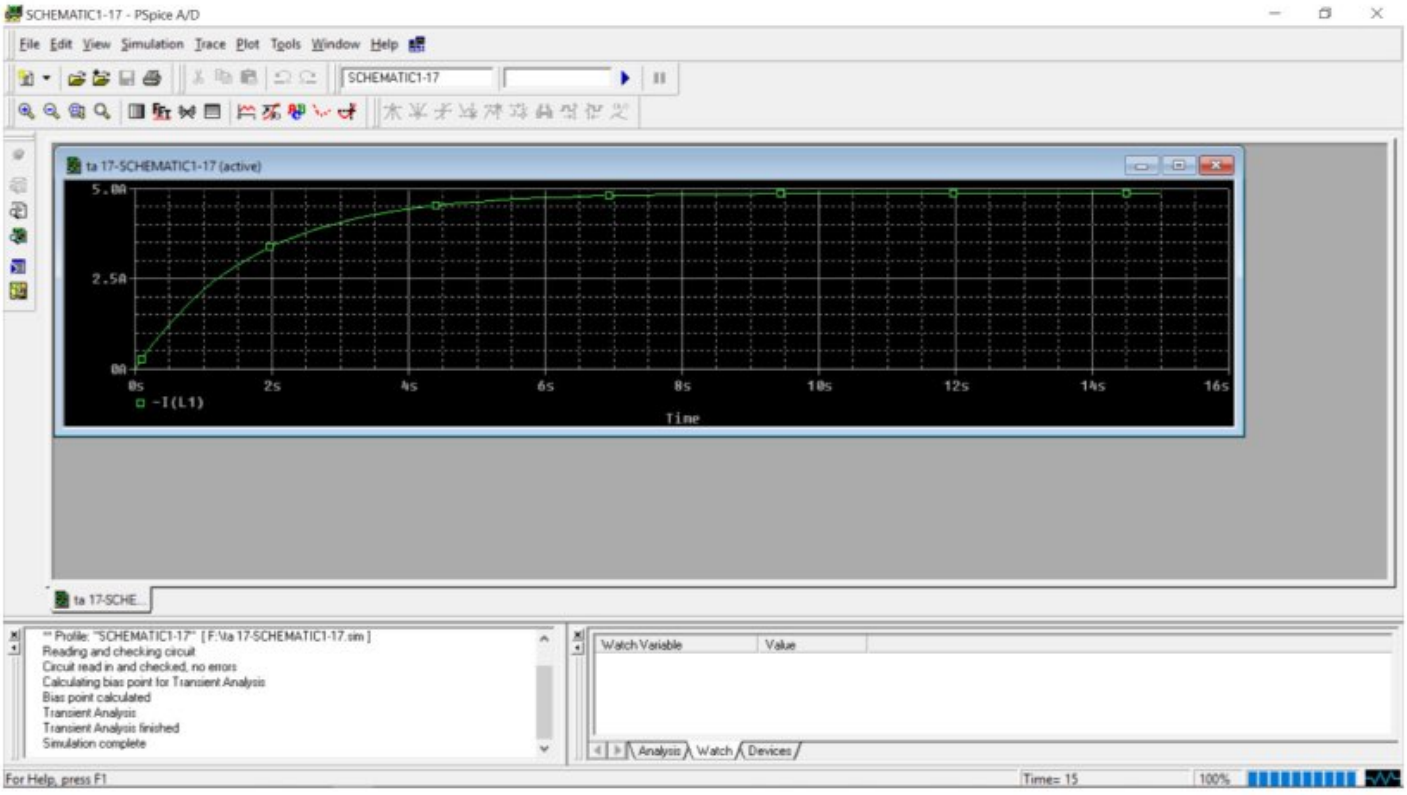
1: در لحظه ی 0 : این مقدار در نمودار ما پس از رسم نمودار جریان سلف برای ما به دست می آید(شکل 2)(نکته اضافه: با توجه به مقدار مقاومت و سلف میدانیم ثابت زمانی در اردر ثانیه خواهد بود پس مدت زمان را برای Time Domain حدود 15 ثانیه قرار میدهیم که تقریبا کل رفتار مدار برای ما مشخص باشد)

2: در لحظه ی بی نهایت: کافیست پس از ران کردن مدار مدت زمان را خیلی بزرگ قرار دهیم و در تنظیمات مشخص کنیم که به ما ماکسیمم را نشان دهد تا ببینیم در بی نهایت به چه شکل خواهد همچنین با مشخص کردن وی و آی ها در محیط شماتیک میتوان این کار را انجام داد (شکل 3و1 و 3و2)

Scanned with CamScanner

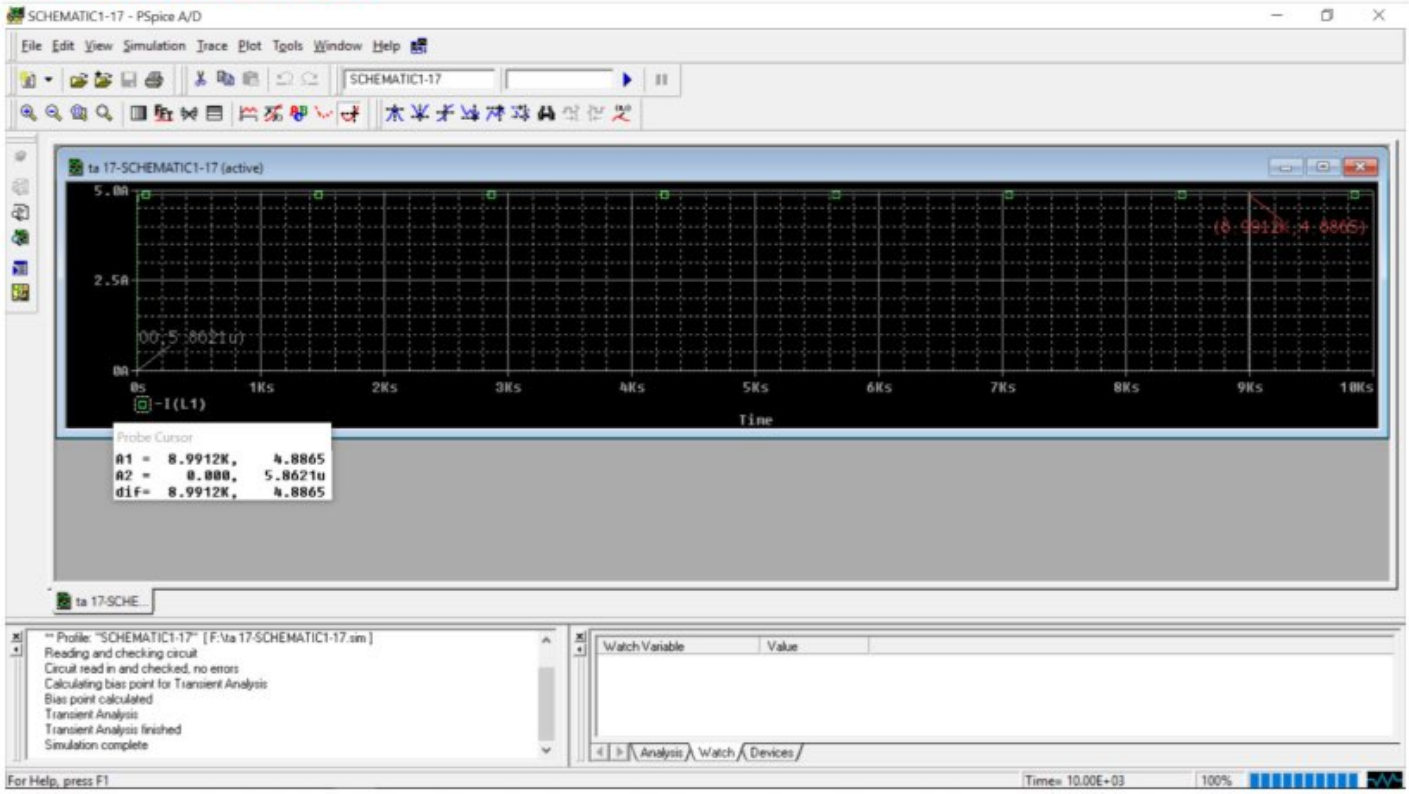


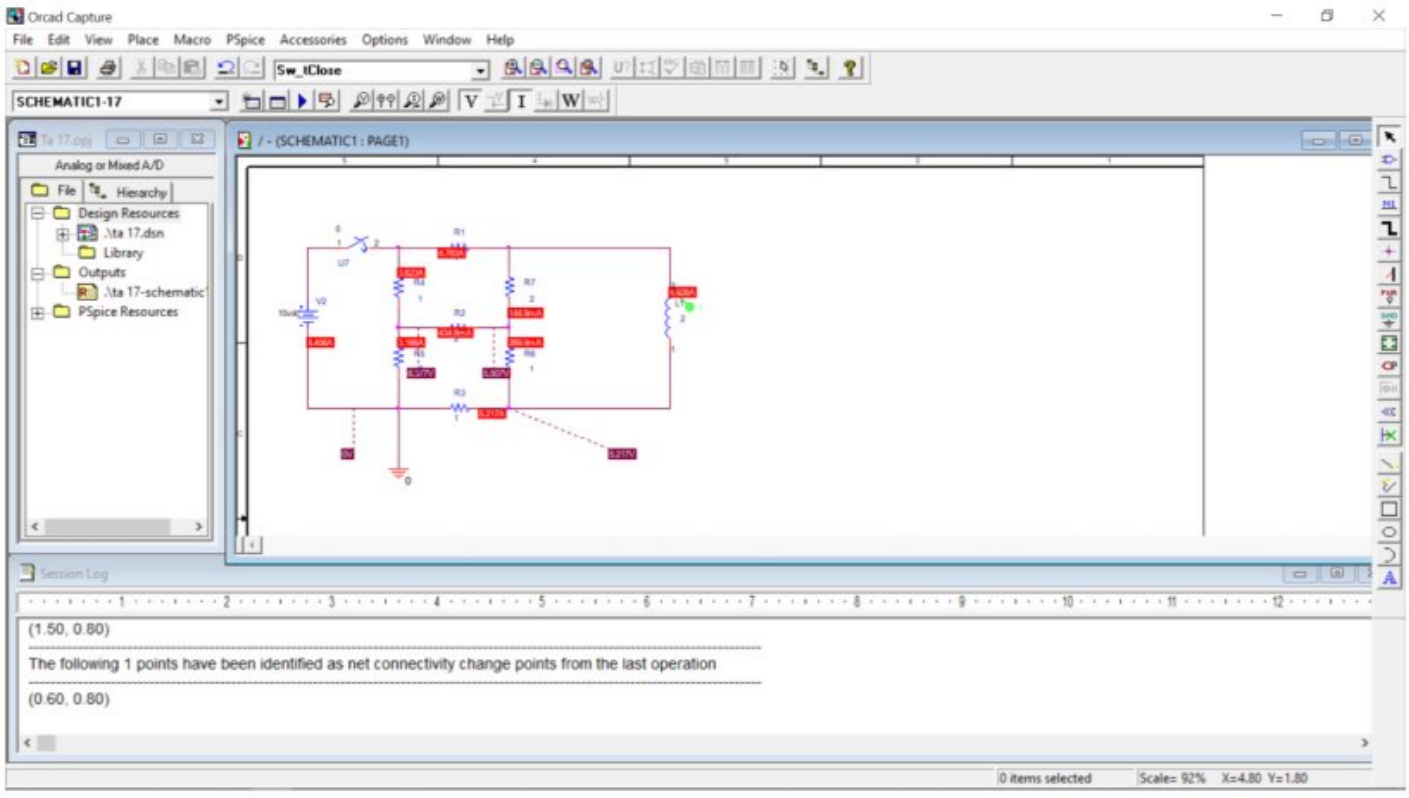
شکل 1: مدار داده شده در سوال



شکل 2

Scanned with CamScanner





شکل 3.1 و 3.2

Scanned with CamScanner

سوال 55: ابتدای کار در محیط Capture CIS سعی میکنیم شماتیک مدار داده شده در سوال را رسم نماییم البته به این موضوع دقت میکنیم برای اجزای مدار کافیست پس از افزودن کتابخانه های پی اسپایس آن ها را در پلیس پارت place part پیدا کرده و اضافه نماییم.(مقاومت : R سلف : L خازن: C)

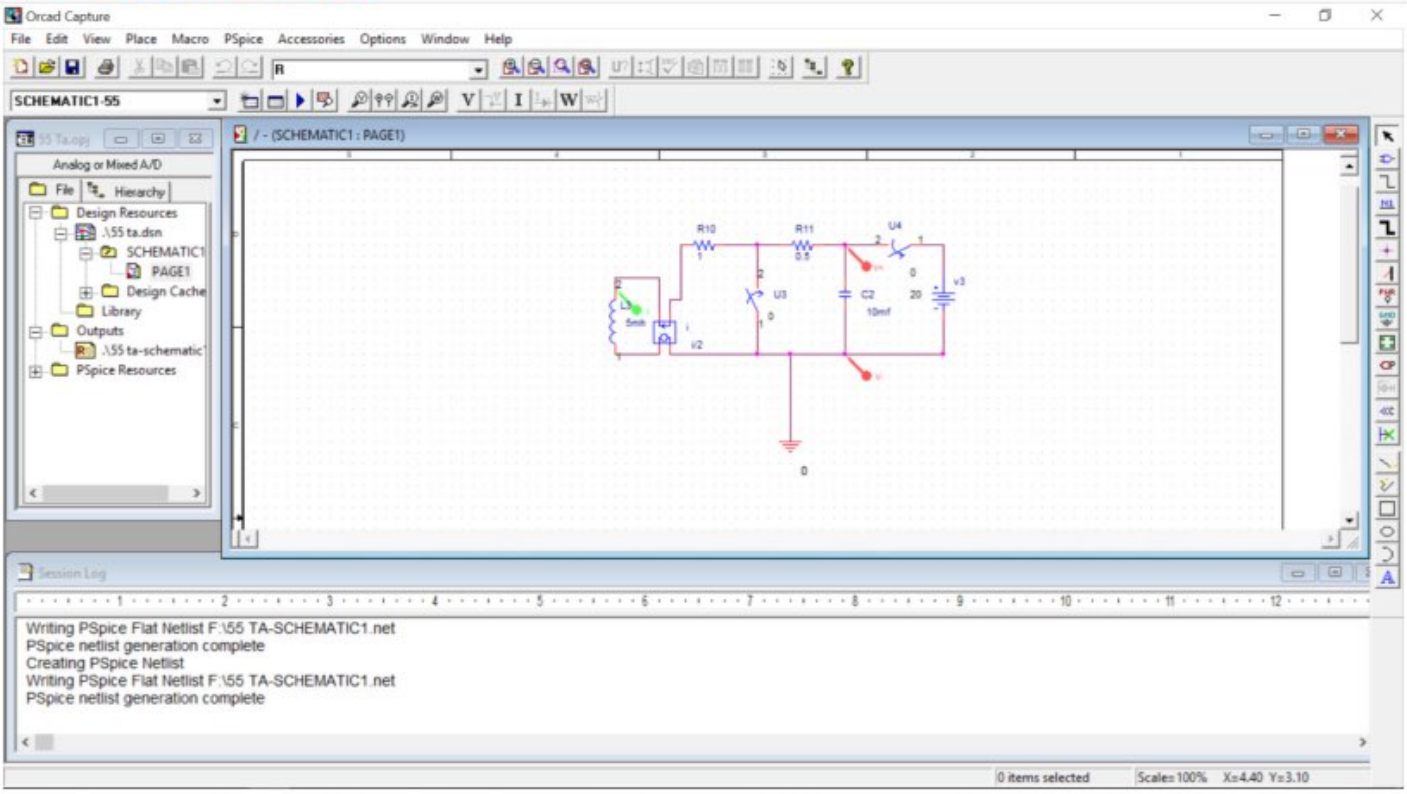
برای منبع ولتاژ کنترل شونده با جریان(CCVS) کافیست H را انتخاب نموده و مانند شکل 1 ببندیم

حال پس از رسم مدار کافیست یک سیمولیشن ساخته و در آن رفتار زمانی مدار را بررسی نماییم(با توجه به مقدار مقاومت و سلف و خازن ها ثابت زمانی در حدود صدم ثانیه خواهد بود پس کل مدت زمان را روی 0.05 ثانیه تنظیم مینماییم)

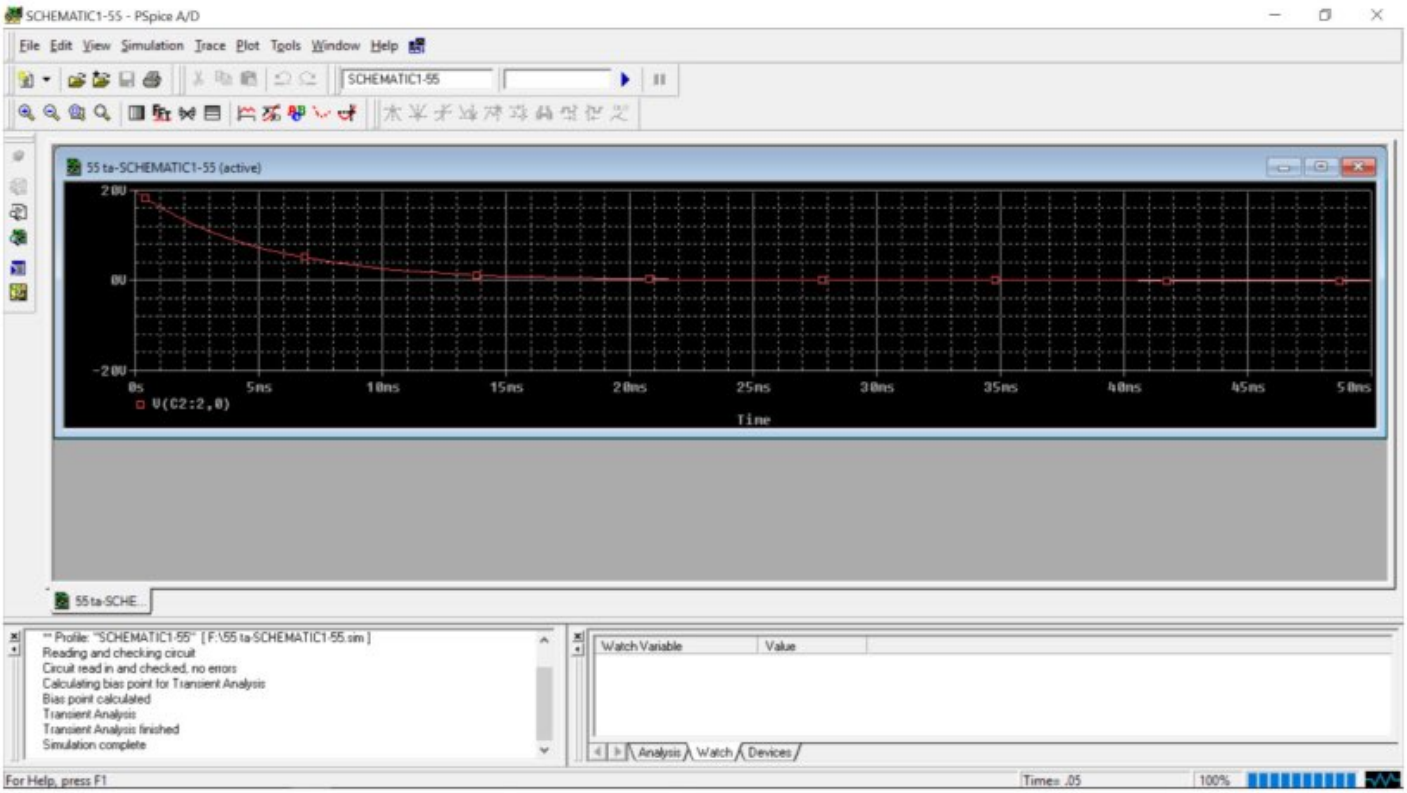
پیشنهاد میشود علاوه بر نوشتن کی وی ال ها پیش و پس از لحظه بسته شدن مدار، دانشجویان گرامی یک بار شماتیک مدار را رسم کرده و سعی کنند با روش متفاوتی از روش حل بنده سوال را در اسپایس حل کنند

(راهنمایی: با سرچ کردن سعی کنید شرایط اولیه را در مدار اعمال نمایید به عنوان مثال شرایط اولیه خازن 20 ولت)

Scanned with CamScanner

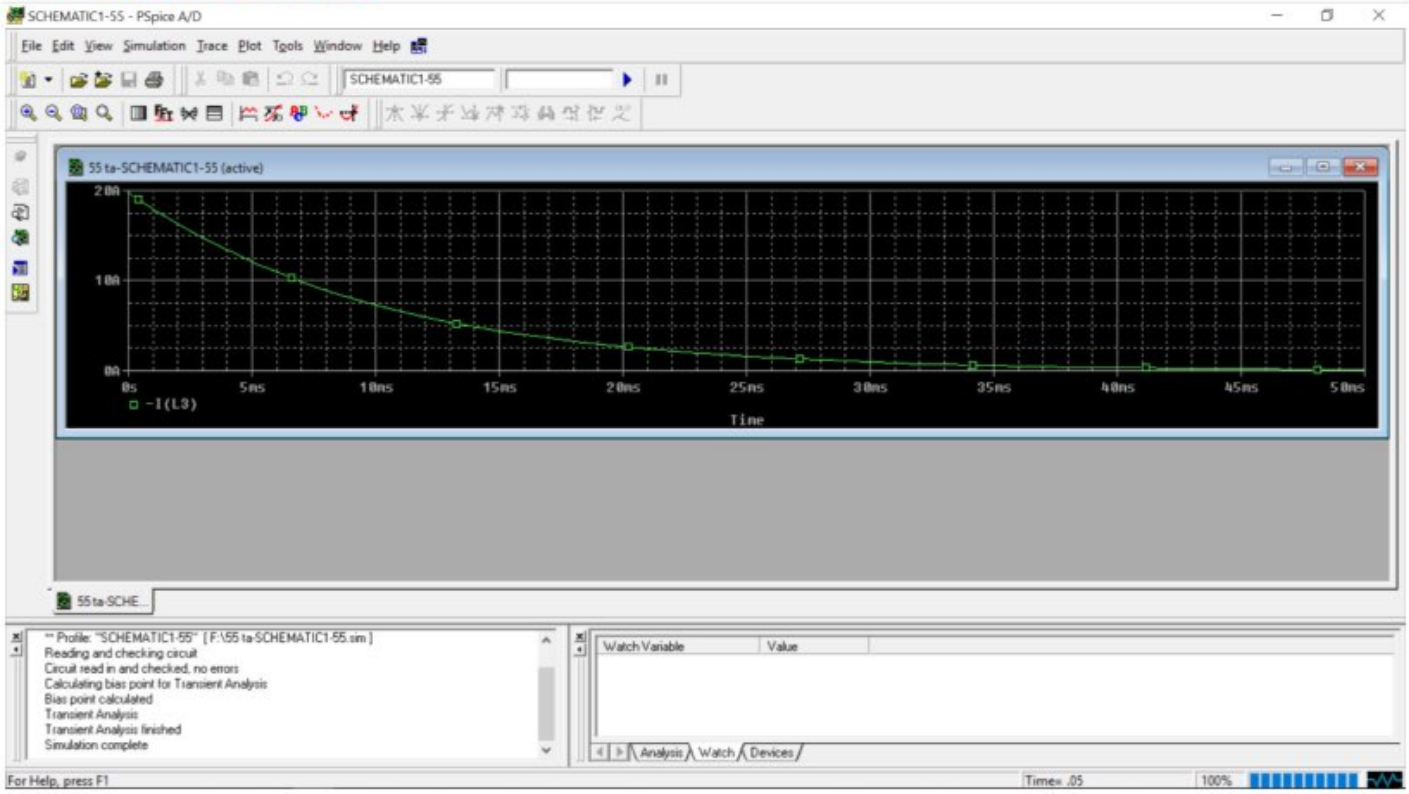


شکل 1: شماتیک مدار و محل پروب ها



شکل 2 : ولتاژ دو سر خازن: همانطور که انتظار میرفت از 20 ولت به علت بسته بودن کلیدش شروع شد و با باز شدن کلید منبع ولتاژ دشارژ رخ داد

Scanned with CamScanner



شکل 3: همانطور که انتظار میرفت، با نوشتن کی وی ال در لحظه 0 مثبت در بیرونی ترین حلقه، جریان ابتدایی از 2 آمپر شروع و با دشارژ خازن به 0 میرسد

Scanned with CamScanner

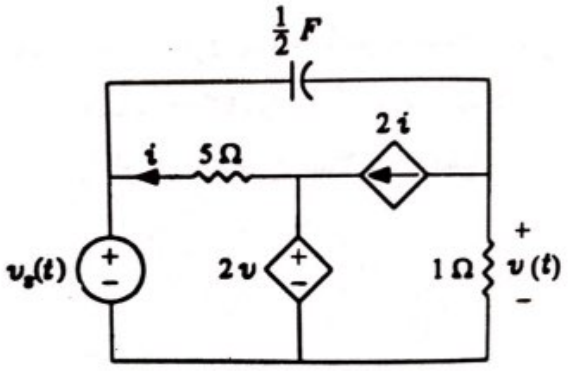
شبیه‌سازی سوالات ۳۸ و ۶۷ فصل چهارم کتاب جبه‌دار

تهیه‌کننده: سید مسعود معصومی‌زاده

۲۲ فروردین ۱۳۹۹

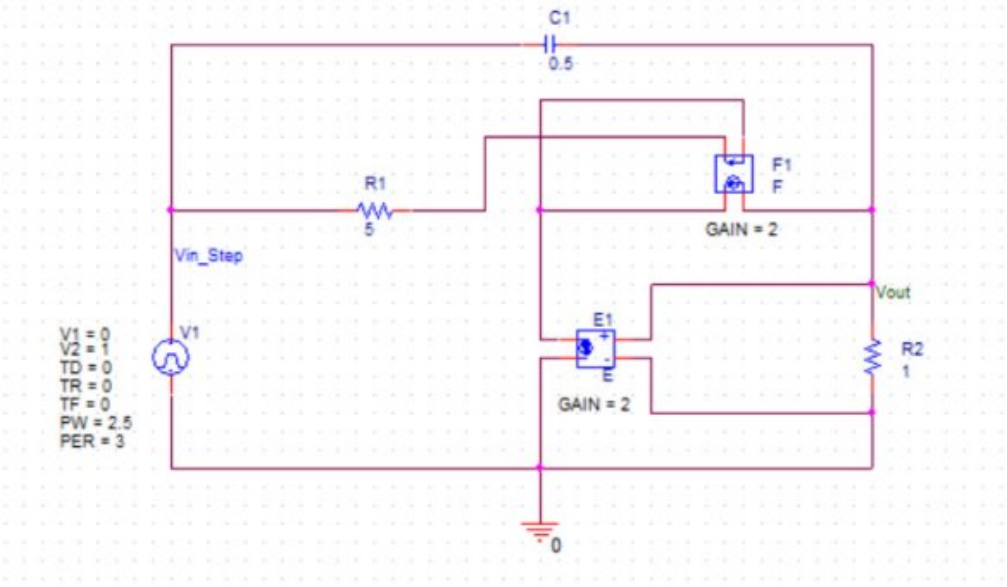
۱ سوال ۳۸

در این سوال بررسی رفتار پاسخ پله‌ی یک مدار مرتبه اول مورد بررسی قرار می‌گیرد. شکل مدار به صورت تصویر ۱ است. شماتیک ترسیمی برای این مدار در محیط اسپایس به صورت تصویر ۲ حاصل می‌شود. برای منبع جریان وابسته به جریان (CCCS) از المان F و برای منبع ولتاژ وابسته به ولتاژ (VCVS) از المان E از کتابخانه‌ی Analog استفاده شده است. همچنین برای ورودی پله، از منبع VPULSE در کتابخانه‌ی Source استفاده شده است.



شکل ۱: مدار مسئله‌ی ۳۸

Scanned with CamScanner



شکل ۲: شماتیک مدار در محیط اسپایس

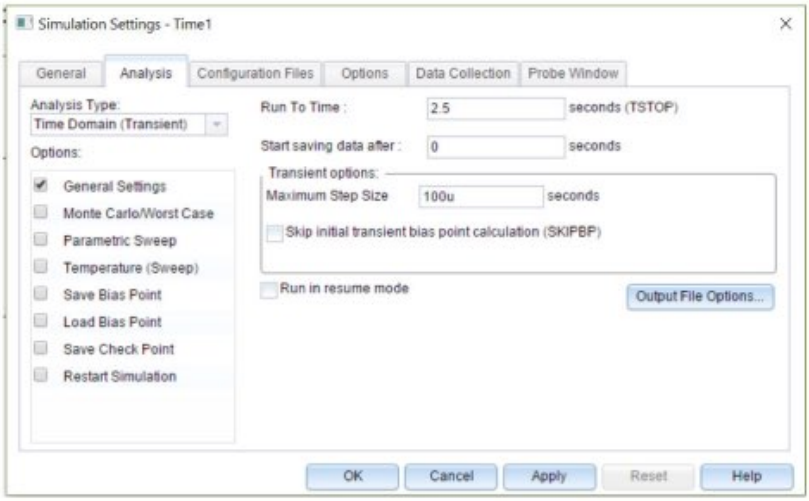
برای مدار به صورت تئوری، مدار را در سه زمان متفاوت مورد بررسی قرار باید داد. اول برای لحظات $t < ۰$ مدار را بررسی می‌کنیم. در این لحظات چون ورودیِ پالس صفر است (اتصال کوتاه) و هیچ ورودی دیگری وجود ندارد، جریان همه‌ی شاخه‌ها و ولتاژ گره‌ها صفر است در نتیجه ولتاژ خازن صفر می‌باشد. برای لحظات بسیار دور و در آینده $(t \to +\infty)$ دوباره می‌توان خازن را مدار باز در نظر گرفت (زیرا خازن شارژ شده و هیچ تغییری در ولتاژ آن صورت نمی‌گیرد و بنابر رابطه‌ی $I_c = C \frac{dV_c}{dt}$ دیگر جریانی از آن نمی‌گذرد) و مدار را حل نمود. برای لحظه‌ی صفر که ورودی پله روشن می‌شود، باید از روی پیوستگی ولتاژ خازن استفاده نمود. مقدار ثابت زمانی نیز با دیدن مقاومت ورودی از دو سر خازن قابل محاسبه است. با طی این مراحل داریم:

$$\begin{cases} V_o(t) = V_{final} + (V_{initial} - V_{final})\, e^{-\frac{t}{\tau}} \\ V_{initial} = ۱ \\ V_{final} = \frac{۲}{۹} \\ \tau = RC = \frac{۵}{۹} \times \frac{۱}{۲} = \frac{۵}{۱۸} \simeq ۰/۲۷\,[s] \end{cases} \Rightarrow V_o(t) = \left(\frac{۲}{۹} + \frac{۷}{۹} e^{-۳/۶t}\right) u(t) \qquad (۱)$$

برای اینکه شبیه‌سازی در بازه‌ی زمانی درستی انجام شود، از آنجایی که مقدار ثابت زمانی در حدود ۰.۲۷ ثانیه است، شبیه سازی حداقل به اندازه‌ی ۵ برابر ثابت زمانی انجام شود (۵τ). در نتیجه منبع پالسی حداقل باید به این میزان مقدار یک را حفظ کند؛ فلذا دوره‌ی تناوب برابر با ۳ ثانیه و مقدار Pulse-Width آن (یعنی بازه‌ی زمانی از دوره‌ی تناوب که ورودی یک می‌ماند) ۲.۵ ثانیه

Scanned with CamScanner

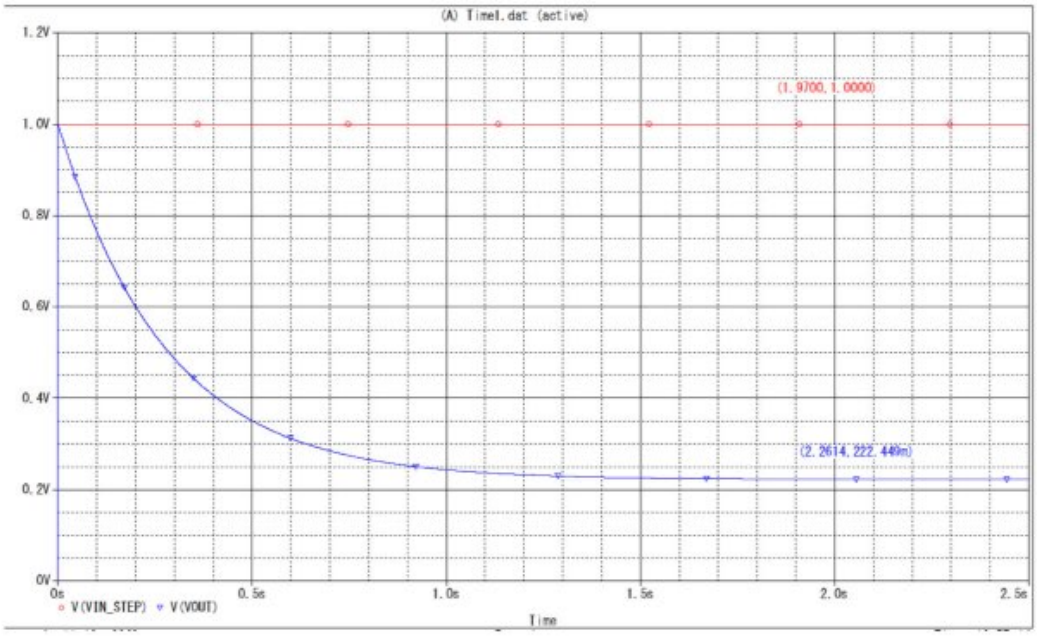
انتخاب شده‌اند تا ورودی شبیه به یک "ورودی پله‌ی واقعی" باشد. برای مشاهده‌ی رفتار زمانی مدار از تحلیل حوزه‌ی زمان (Time Domain Analysis) استفاده شده است. تصویر تنظیمات شبیه‌سازی به صورت شکل ۳ می‌باشد.



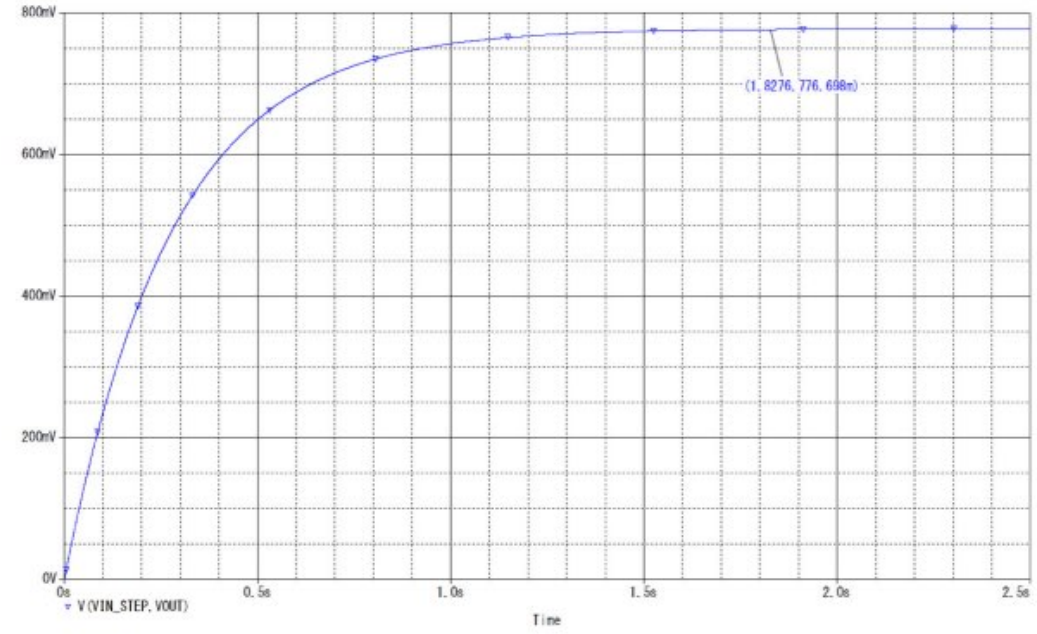
شکل ۳: تنظیمات تحلیل حوزه‌ی زمان

نتیجه‌ی شبیه‌سازی به صورت شکل ۴ بدست آمد. همان‌طور که دیده می‌شود رفتار کاملا با رابطه‌ی (۱) همخوانی دارد. در لحظه‌ی صفر یک جهش از ولتاژ صفر به یک انجام شده است و سپس با ثابت زمانی محاسبه شده در حال کاهش است و به مقدار نهایی ۰٫۲۲ $\simeq \frac{۲}{۹}$ ولت می‌رسد. ولتاژ خازن نیز به صورت شکل ۵ می‌باشد. همان‌طور که انتظار داشتیم ولتاژ خازن پیوسته است و با همان مقدار ثابت زمانی به مقدار نهایی ۰٫۷۷ $\simeq \frac{۷}{۹}$ ولت می‌رسد.

Scanned with CamScanner



شکل ۴: ولتاژ خروجی

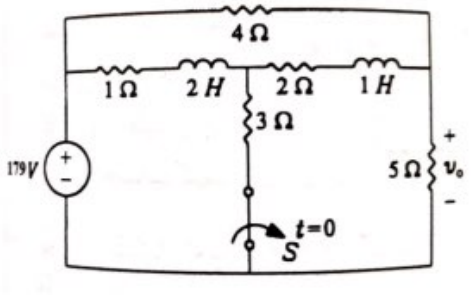


شکل ۵: ولتاژ خازن

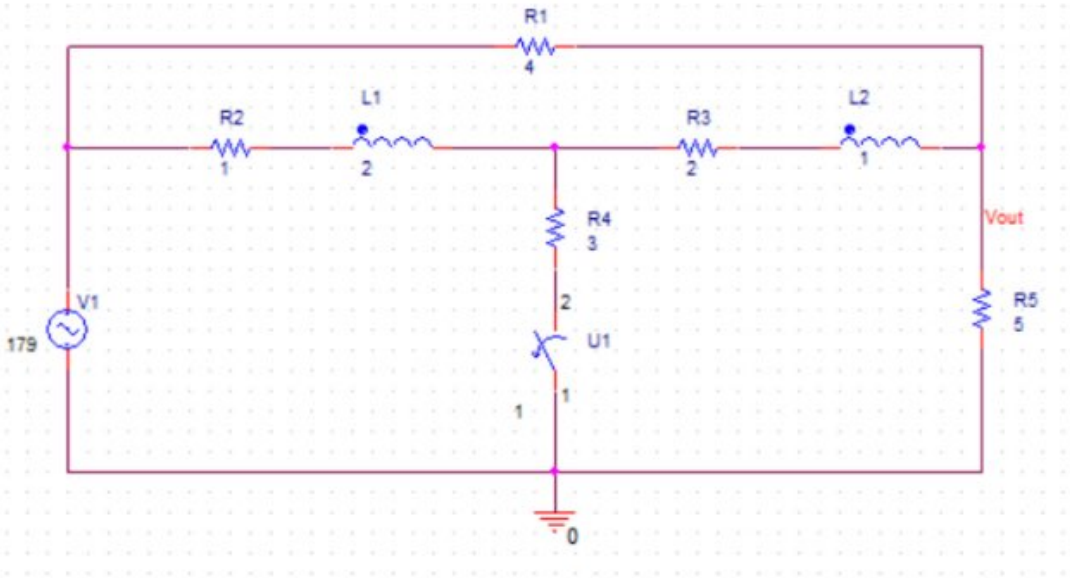
Scanned with CamScanner

۲ سوال ۶۷

مدار این مسئله نیز یک مدار مرتبه‌ی اول می‌باشد (شکل ۶). شماتیک مدار در محیط اسپایس به صورت شکل ۷ می‌باشد.



شکل ۶: مدار مسئله‌ی ۶۷



شکل ۷: شماتیک مدار در محیط اسپایس

مدار مشتمل بر ورودی DC ، مقاومت، سلف و یک کلید می‌باشد. المان سلف از کتابخانه‌ی Analog و با نام L است. عنصر کلید نیز از کتابخانه‌ی ANL_MISC می‌باشد. در این کتابخانه کلیدهای متفاوتی موجود است که از پرکاربردترینِ آن‌ها می‌توان به sw_tClose و sw_tOpen اشاره نمود که به ترتیب "کلید در حال بسته شدن" و "کلید در حال باز شدن" می‌باشند. در

Scanned with CamScanner

این مدار از کلید دوم (در حال باز شدن) استفاده می‌شود. با دوبار کلیک کردن روی این عنصر، می‌توان مشخصات آن را تغییر داد. همان‌طور که در شکل ۸ دیده می‌شود، زمان باز/بسته شدن کلید و مقاومت کلید در لحظات بسته و باز را می‌توان در این قسمت تنظیم نمود. بهتر است در حالت بسته مقاومت کمتر از ۰.۱ اهم و برای حالت باز بیشتر از ۱۰۰ مگااهم باشد. همچنین زمان تغییر وضعیت کلید را می‌توان بسته به مدار تعیین نمود. در اینجا برای اینکه هیچ کلید زنی دیگری موجود نیست و برای مشاهده‌ی بهتر تغییر وضعیت و جهش ولتاژ و همچنین مشاهده‌ی حالت قبل از تغییر، به جای اینکه در لحظه‌ی صفر ثانیه تغییر وضعیت صورت گیرد، کلید را در لحظه‌ی ۱ ثانیه باز می‌کنیم. از آنجاییکه مدار Time-Invariant می‌باشد و مستقل از زمان است، پس تاخیر در باز شدن کلید در کل گره‌ها به یک میزان تاثیر خود را می‌گذارد و گویا تنها به اندازه‌ی یک ثانیه همه‌ی مقادیر و مشخصات مدار دارای Delay هستند.

	A
	⊞ SCHEMATIC1 : PAGE1
Implementation	Sw_tOpen
Implementation Type	PSpice Model
IO_LEVEL	
IOMODEL	
MNTYMXDLY	
Name	*INS961*
Part Reference	U1
Source Library	*C:\CADENCE\SPB_17.2*
Source Package	*Sw_tOpen*
PSpiceTemplate	X^@REFDES %1 %2 @MOD
PSpiceOnly	TRUE
Reference	U1
Value	Sw_tOpen
VDC	
Location X-Coordinate	*530*
Location Y-Coordinate	*220*
RCLOSED	0.01
ROPEN	100Meg
Source Part	*Sw_tOpen.Normal*
TOPEN	1
TTRAN	1u

شکل ۸: مشخصات کلید

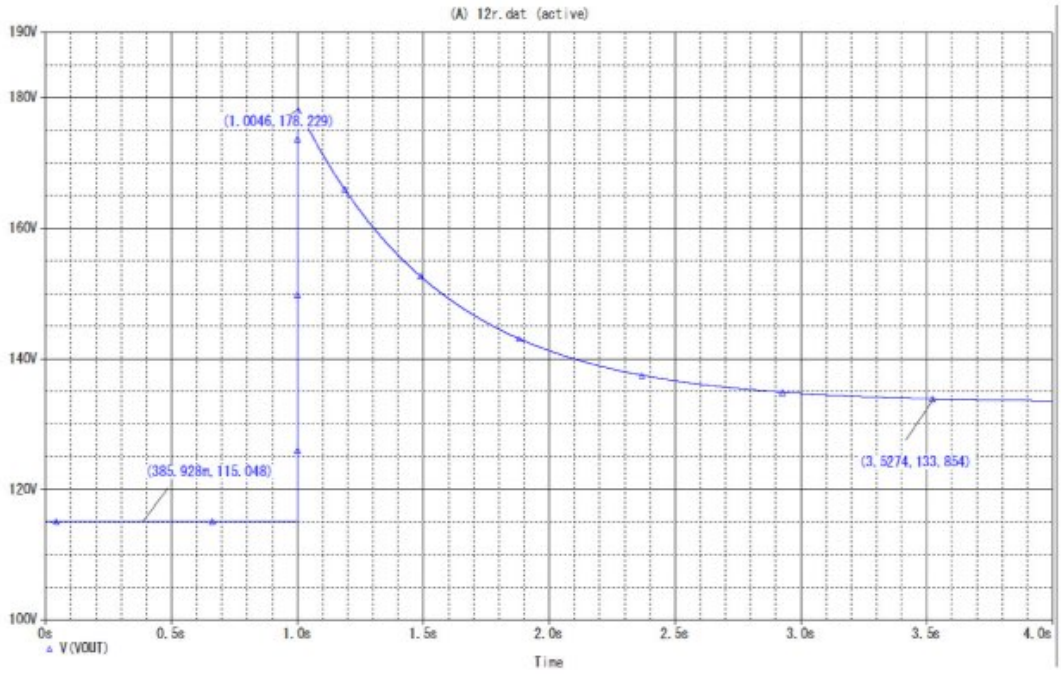
با حل تئوری مدار برای لحظات $t < 0$ و $(t \to +\infty)$ و با در نظرگیری این نکته که سلف‌ها اتصال کوتاه هستند، مدار را تحلیل می‌کنیم. در لحظه‌ی کلیدزنی باید بررسی شود که وضعیت جریان سلف‌ها چگونه است. از آنجاییکه سلف‌ها در $t < 0$ دارای جریان‌ها مختلفی هستند و در $t = 0_+$ این دو المان سری می‌شوند، پس گسستگی در جریان این دو المان صورت می‌گیرد. به بیان دیگر ولتاژ ضربه‌ای روی دو سر این دو سلف می‌افتد و باعث این گسستگی می‌شود. ثابت زمانی نیز با دیدن مقاومت معادل

Scanned with CamScanner

از دو سر سلف‌های سری شده (معادلاً ۳ هانری) قابل یافتن است. با طی این گام‌ها داریم:

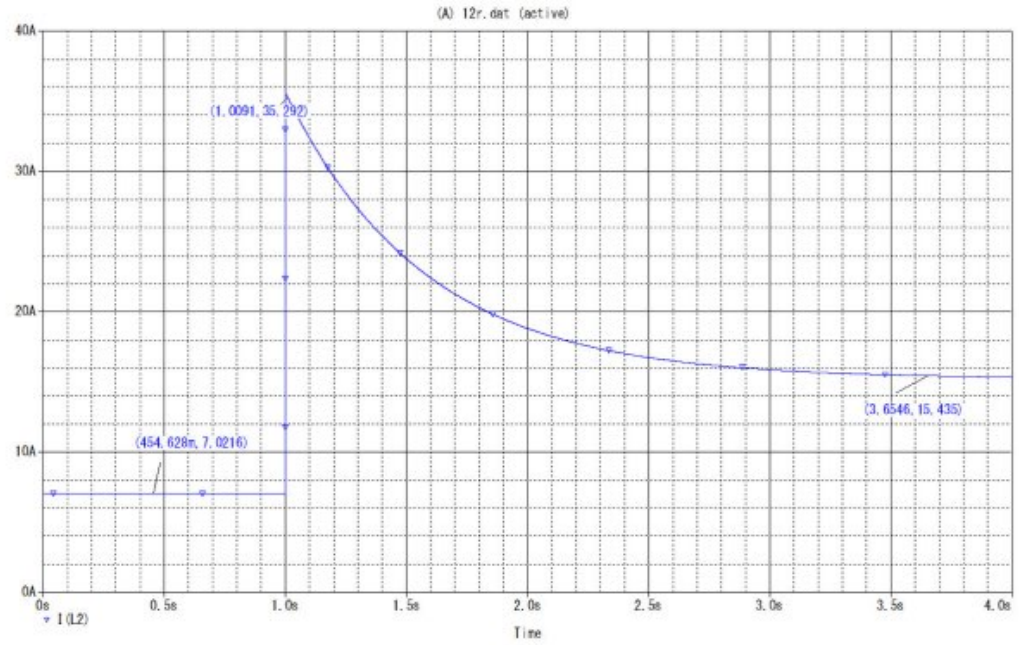
$$\begin{cases} V_o(t) = V_{final} + (V_{initial} - V_{final})\, e^{-\frac{t}{\tau}} \\ V_{0-} = ۱۱۵\ [v] \\ V_{initial} = V_{0+} = \frac{۴۸۲۵}{۲۷} \simeq ۱۷۸٫۷\ [v] \\ V_{final} = \frac{۶۲۶۵}{۴۷} \simeq ۱۳۳٫۳\ [v] \\ \tau = \frac{L}{R} = ۳ \times \frac{۹}{۴۷} = \frac{۲۷}{۴۷} \simeq ۰٫۵۷۵\ [s] \end{cases} \Rightarrow V_o(t) = \left(۱۳۳٫۳ + ۴۵٫۴e^{-۱٫۷۴t}\right) u(t) \qquad (۲)$$

برای اینکه وضعیت تغییرات ولتاژها را کامل ببینیم، به اندازه‌ی ۵ ثابت زمانی حداقل باید شبیه‌سازی را انجام داد. به همین دلیل تحلیل به اندازه‌ی ۴ ثانیه ($۵\tau + ۱ \simeq ۳٫۹$) انجام شده است. با انجام شبیه‌سازی نمودار ولتاژ خروجی به صورت شکل ۹ بدست آمد که با رابطه‌ی (۲) همخوانی دارد. جریان سلف‌ها و جهش انجام شده نیز به صورت شکل‌های ۱۰ و ۱۱ می‌باشد. رابطه‌ی جریان سلف‌ها نیز به صورت (۳) و (۴) است. $L_۱$ سلف یک هانری و $L_۲$ سلف دو هانری در نظر گرفته شده‌اند.

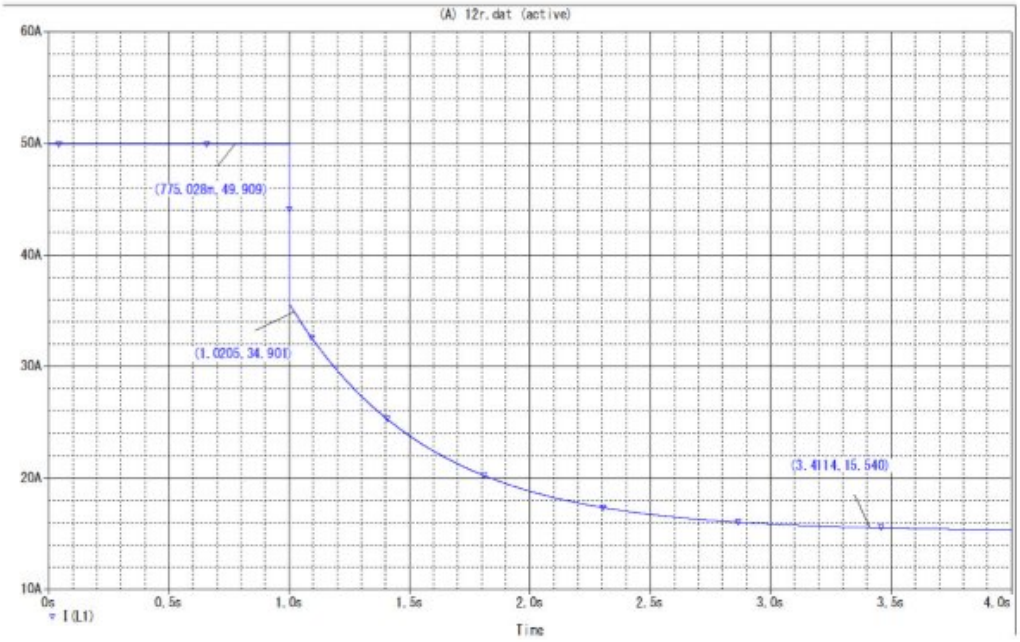


شکل ۹: ولتاژ خروجی

Scanned with CamScanner



شکل ۱۰: جریان سلف یک هانری



شکل ۱۱: جریان سلف دو هانری

Scanned with CamScanner

$$
\begin{cases}
\mathrm{I_{L,1}(t) = I_{L,1_{final}} + \left(I_{L,1_{initial}} - I_{L,1_{final}}\right) e^{-\frac{t}{\tau}}} \\
\mathrm{I_{L,1}(t = 0^-) = 7\ [A]} \\
\mathrm{I_{L,1_{imitail}} = I_{L,1}(t = 0^+) = \frac{107}{3} \simeq 35/67\ [A]} \qquad \Rightarrow \mathrm{I_{L,1}}(t) = \left(15/23 + 20/44 e^{-1/74t}\right) \mathrm{u(t)} \\
\mathrm{I_{L,1_{final}} = \frac{716}{47} \simeq 15/23\ [A]} \\
\tau \simeq 0/575\ [s]
\end{cases} \tag{3}
$$

$$
\begin{cases}
\mathrm{I_{L,1}(t) = I_{L,2}}(t) & \mathrm{t \geq 0} \\
\mathrm{I_{L,2}(t = 0^-) = 50\ [A]} & \mathrm{t < 0}
\end{cases} \tag{4}
$$

برای تاکید بیشتر توجه شود که روابط (۲)، (۳) و (۴) حل مدار سوال ۶۷ هستند اما شبیه‌سازی به اندازه‌ی یک ثانیه با تاخیر انجام شده است تا وضعیت پرش بهتر مشاهده شود. در واقع در روابط نامبرده برای شبیه‌سازی کافیست $\mathrm{t} \to (\mathrm{t} - 1)$ جایگزین شود.

Scanned with CamScanner