

« به نام خدا »

« تحلیل موضوعی سؤالات مدار الکتریکی کنکور ارشد برق سال ۹۸ »

این فایل بطور خلاصه، موارد ذیل را پوشش می دهد:

- ۱- شماره پکیج مالتیمدیایی که تست از آن مطرح شده بوده است.
- ۲- میزان سختی سؤالات (چهار ستاره = دشوارترین تست)
- ۳- گزینه صحیح تست ها
- ۴- اشتباهات احتمالی موجود در تست ها و نحوه اعتراض به آنها (که با نماد ⚠ مشخص شده اند)
- ۵- برخی نکات خاص و جالب مربوط به هر تست
- ۶- نظر کلی بنده نسبت به سؤالات آزمون

چند تذکر بسیار مهم:

- ۱- با توجه به ماهیت ترکیبی تست ها، شماره پکیج نوشته شده در کنار هر تست صرفاً نشاندهنده پکیجی است که نکته اصلی تست در آن وجود داشته است (به بیان دیگر، چنانچه در حل يك تست از نکات یا ایده های موجود در سایر پکیجها نیز استفاده شده باشد، برای حفظ اختصار این گزارش، به شماره آن پکیج اشاره ای نکرده ایم).
- ۲- گرچه سعی کوشیده ام تشابهات موجود بین تست های امسال و جزوات کلاسی را تا جائیکه ذهنم یاری میکرد ذکر کنم، ولی بهرحال قطعاً مواردی نیز از قلم افتاده است. لذا از دانشجویان عزیزم درخواست میکنم چنانچه متوجه تشابهات دیگری نیز شدند، حتی الامکان آنها را نیز از طریق ایمیل mtaghavi@mtaghavi.ir به بنده منتقل کنند.
- ۳- این تحلیل صرفاً يك گزارش اولیه است و حل ویدیویی کامل تست های امسال نیز به همراه ریز نکات مربوطه و ... بزودی به پکیج های مالتیمدیا اضافه خواهد شد (و طبق قوانین خانه برق، استفاده از حل های جدید تا دو سال برای دانشجویان قدیمی رایگان است).
- ۴- ملاک میزان دشواری هر تست، فیدبک های دریافتی از دانشجویان عزیزی است که از پکیج های مالتیمدیای بنده استفاده کرده اند و لذا ممکن است در مورد عموم صادق نباشد.
- ۵- همانطور که پیش بینی کرده بودم، سؤالات مدار الکتریکی امسال، بر خلاف سال گذشته، مباحث بیشتری از درس مدار ۲ را پوشش داده بود و لذا دوستانی که صرفاً روی فصول خاصی از درس مدار الکتریکی تمرکز کرده بودند، متضرر شدند...
- ۶- دانشجویان عزیز میتوانند از تحلیلهایی که ذیل سؤالات دارای اشکال نوشته ام، برای ثبت اعتراض در سامانه سازمان سنجش استفاده کنند.

ارزیابی کلی سؤالات مدار الکتریکی ۹۸:

۱. چینش سؤالات بسیار مناسب بود و از مدار ۱ و ۲ به ترتیب حدود ۸ و ۷ تست مطرح شده بود.

۲. درصد تستهای **یک ستاره** تا **چهار ستاره** به ترتیب از راست به چپ: $47\% < 27\% < 20\% < 6\%$ بود که بسیار مناسب بنظر میرسد است و میتواند بخوبی بین داوطلبان عزیز تمایز ایجاد کند.

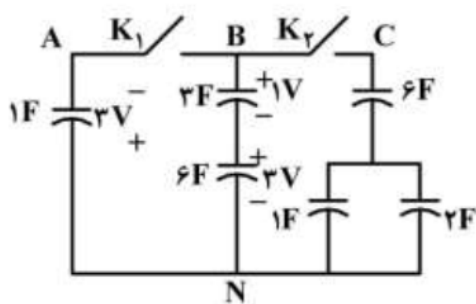
۳. نکات لازم جهت پاسخگویی به تمامی تستها بطور کامل در پکیج‌های مالتیمدیا تدریس شده بود و **حتی حداقل ۴ تست عیناً** در کلاسها مورد بررسی قرار گرفته بود.

۴. بر خلاف سال ۹۷ که عمده تستها از از پکیج یک مطرح شده بودند، امسال حدود 40% تستها از پکیج یک: 20% تستها از پکیج دو، و 40% تستها از پکیج سه مطرح شده بود (با احتساب ترکیبی بودن تستها).

۵. در این آزمون **تنها ۲ سؤال** دارای اشکال بود که البته هر دو اشکال در صورت تغییر کلید نهایی، قابل اغماضند.

**** ۴۶- در مدار زیر، خازن‌های شاخه CN همگی بی‌بار و ولتاژ سایر خازن‌ها در شکل داده شده است. اگر هر دو کلید K_1

و K_2 به طور هم‌زمان وصل شوند، تلفات انرژی الکتریکی در مدار چند ژول خواهد بود؟

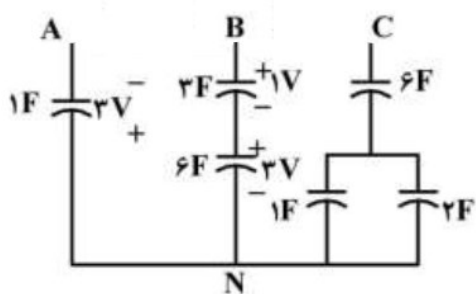


- (۱) صفر
(۲) ۶
(۳) ۱۶
(۴) ۳۰/۵

⚠ هیچکدام از گزینه‌ها صحیح نمی‌باشد.

✗ با توجه به ظرافت خطای موجود در این تست، **به احتمال بسیار زیاد** کلید این تست تغییری نمی‌کند و متأسفانه با **همان کلید نادرست اولیه**، یعنی گزینه ۴، تصحیح خواهد شد (لطفاً توجه فرمائید که کلید نهایی فقط و فقط در صورتی تصحیح میشود که تعداد معناداری از رتبه‌های برتر نسبت به کلید اولیه اعتراض کرده باشند).

نحوه اعتراض به تست:



شکل ۱

در حالتیکه کلیدها باز باشند، صفر بودن جریان خازن‌ها ($i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = 0$) ایجاب

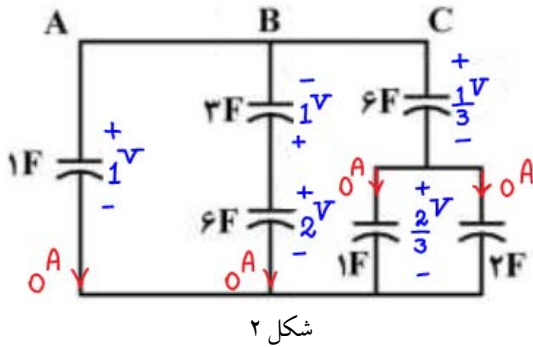
میکند که بار خازن‌ها تغییری نکند و لذا در این حالت مدار بصورت مقابل ساده میشود:

توجه: دقت کنید در شکل مقابل مجاز به سری کردن خازنهای ۳F و ۶F و قرار دادن یک خازن ۲F با ولتاژ ۴ ولت نیستیم چرا که این کار باعث تغییر بار شاخه BN میشود، حال آنکه بموجب

رابطه $\frac{dq(t)}{dt} = 0$ ، بار خازن‌ها نمیتواند تغییر کند.

در این حالت، انرژی سیستم برابر خواهد بود با:

$$E(0^-) = \frac{1}{2} (1 \times 3^2 + 3 \times 1^2 + 6 \times 3^2 + 0) = 33J$$



پس از بسته شدن کلیدها، وضعیت مدار بازای **تمامی** لحظات $t > 0$ بصورت مقابل درمی آید (گرچه در انتهای همین قسمت، این موضوع را به روش لاپلاس که عموم دانشجویان با آن آشنا هستند اثبات خواهیم کرد، ولی محاسبات مذکور به روشهای دیگری مثل: روش بقای بار، روش نسبت دادن جریانهای ضربهای و ... نیز قابل انجام است):
در این حالت، انرژی سیستم برابر خواهد بود با:

$$E(0^+) = \frac{1}{2} \left(1 \times 1^2 + 3 \times 1^2 + 6 \times 2^2 + 6 \times \left(\frac{1}{3}\right)^2 + 3 \times \left(\frac{2}{3}\right)^2 \right) = 15J$$

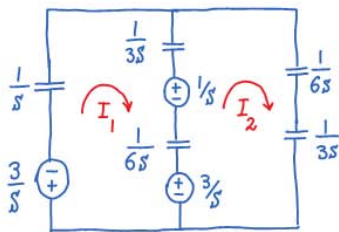
بنابراین تغییرات انرژی سیستم برابر با $\Delta E = 33 - 15 = 18J$ بدست می آید و لذا هیچیک از گزینه ها صحیح نخواهند بود.

توجه: دقت شود که همانند شکل ۱، در شکل ۲ نیز مجاز به سری کردن خازنهای 3F و 6F، و قرار دادن یک خازن 2F با ولتاژ ۱ ولت نیستیم چرا که این کار با **حذف گره خازنی بین خازنهای 3F و 6F** باعث تغییر محتوای بار موجود در سیستم میشود، حال آنکه **با توجه به**

صفر شدن جریان تمامی شاخه ها در $t > 0$ ، رابطه $i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$ ایجاب میکند که در $t > 0$ بار هیچیک از خازنها **تغییر نکند**.



محاسبه ولتاژها و جریانهای مدار:

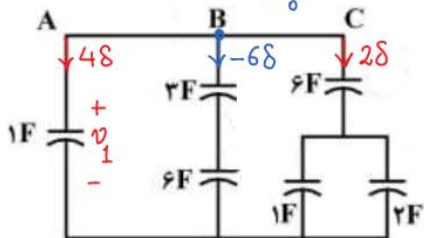


$$\Rightarrow \begin{cases} KVL \text{ مش چپ: } \frac{3}{2s} I_1 - \frac{1}{2s} I_2 = \frac{-7}{s} \\ KVL \text{ مش راست: } \frac{-1}{2s} I_1 + \frac{1}{s} I_2 = \frac{4}{s} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} I_1(s) = -4 \\ I_2(s) = +2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i_1(t) = -4\delta(t) \\ i_2(t) = +2\delta(t) \end{cases}$$

بازای کل $t > 0$ صفر است.

بنابراین «مقطع» $t = 0^+$ ، مثلاً ولتاژ $v_1(0^+)$ برابر می شود با (سایر ولتاژها طبق مشابهت می آیند): $v_C(0^+) = v_C(0^-) + \frac{1}{C} \int_0^{0^+} i_C(\tau) d\tau$



$$\Rightarrow v_1(0^+) = (-3) + \frac{1}{1F} \int_0^{0^+} 4\delta(\tau) d\tau \Rightarrow v_1(0^+) = +1$$

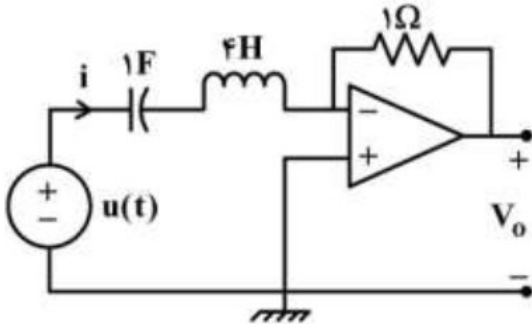
بدیهی است چون پس از لحظه $t = 0^+$ (و تغییر آنی ولتاژ خازنها)، هیچ جریانی در مدار جاری نمی باشد، لذا کلیه ولتاژهایی که در شکل ۲ مشخص شده اند، بازای کلیه لحظات $t > 0$ نیز ثابت و بدون تغییر باقی می ماند (مفهوم ثابت زمانی صفر) و بعنوان مثال می توان گفت: $v_1(t) = 1 \times u(t)$ و قس علی هذا...

نکته اصلی مربوط به این تست در پکیج ۱ - فصل ۳ - ویدیوی ۲۷ مورد بحث قرار گرفته بود.



✓ در ویدیوی فوق، برای اولین بار (دست کم در میان مراجع داخلی) به مسئله **معمای انرژی کم شده در مدار** اشاره کرده بودم، ولی خودم هم فکر نمی‌کردم از آن ایده بسیار جالب سوالی مطرح بشود... 😊 😎

* ۴۷- در مدار زیر، آپ امپ ایدئال است. ولتاژ خروجی از حل کدام معادله دیفرانسیل به دست می‌آید؟



$$\frac{d^2 V_o}{dt^2} + \frac{V_o}{4} = -u(t) \quad (1)$$

$$4 \frac{d^2 V_o}{dt^2} + V_o = -\delta(t) \quad (2) \checkmark$$

$$\frac{d^2 V_o}{dt^2} + \frac{V_o}{4} = +u(t) \quad (3)$$

$$4 \frac{d^2 V_o}{dt^2} + V_o = +\delta(t) \quad (4)$$

نکته اصلی مربوط به این تست در **پکیج ۱ - فصل ۳ - ویدیوی ۷** مورد بحث قرار گرفته بود.

* ۴۸- معادلات بیان‌کننده یک دوقطبی عبارت است از: $\begin{cases} V_1 = \alpha I_2 \\ V_2 = -\alpha I_1 \end{cases}$ ، که در آن α مقداری ثابت است. دو تا از دوقطبی‌ها

را پشت سر هم بسته و در خروجی آن بار Z_L را قرار می‌دهیم. امپدانس ورودی شبکه مجموعه کدام است؟

$$-Z_L \quad (1)$$

$$-\frac{Z_L}{\alpha^2} \quad (2)$$

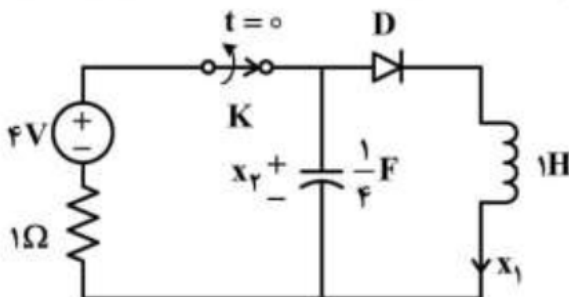
$$Z_L \quad (3) \checkmark$$

$$-\alpha^2 Z_L \quad (4)$$

این تست **عیناً** در **پکیج ۳ - جلسه ۱۲ - ویدیوی ۲** مورد بحث قرار گرفته بود.

** ۴۹- در مدار زیر، دیود D ایدئال و کلید K را در لحظه $t=0$ باز می‌کنیم. در مورد مسیر حالت مدار، کدام گزینه برای

$t > 0$ درست است؟ (در صفحه x_2 بر حسب x_1)



(۱) ✓ یک ربع بیضی در ربع چهارم است.

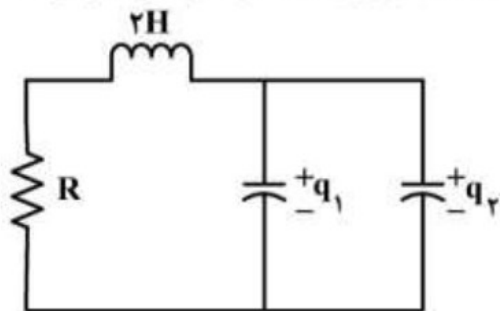
(۲) یک ربع بیضی در ربع اول است.

(۳) یک نیم بیضی در ربع اول و ربع دوم است.

(۴) یک بیضی در ربع چهارم است.

این تست **عیناً** در **پکیج ۱ - فصل ۳ - ویدیوی ۷۲** مورد بحث قرار گرفته بود.

- * ۵۰- در مدار زیر خازن‌ها غیرخطی‌اند و سلف خطی برابر با ۲ هانری است. به ازای چه مقدار R پاسخ جریان سلف، میرای ضعیف خواهد بود؟



$$q_1 = v_1^3 + 4v_1$$

$$v_2 = -\sqrt[3]{q_2}$$

$$(1) \quad 0 < R < \sqrt[3]{2}$$

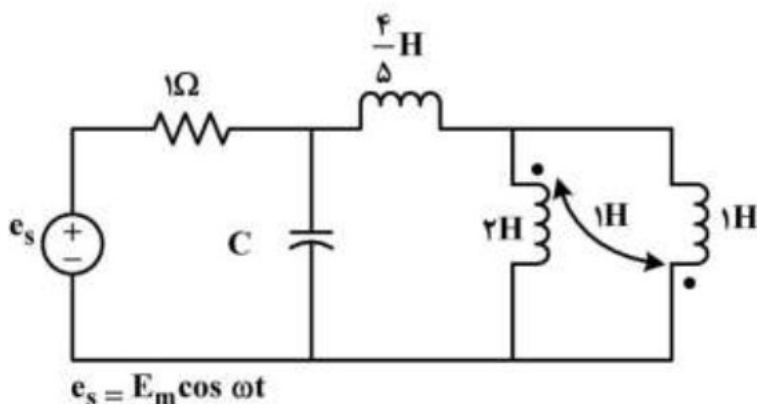
$$(2) \quad 0 < R < \sqrt{2}$$

$$(3) \quad 0 < R < 1$$

$$(4) \quad 0 < R < 2$$

این تست عیناً در پکیج ۱ - فصل ۳ - ویدیوی 66_new مورد بحث قرار گرفته بود.

- * ۵۱- مدار زیر در حالت دائمی سینوسی است. به ازای چه مقدار ظرفیت خازن C بر حسب فاراد، فرکانس زاویه‌ای تشدید $\omega = 1$ رادیان بر ثانیه خواهد بود؟



$$(1) \quad \frac{1}{3}$$

$$(2) \quad \frac{1}{2}$$

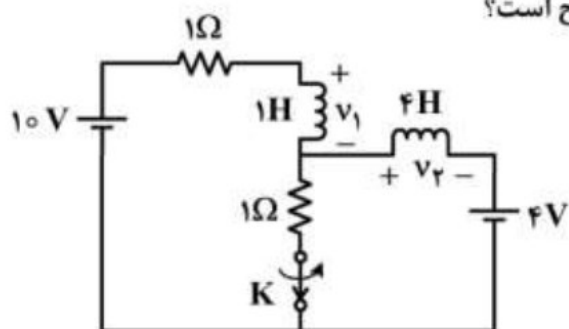
$$(3) \quad 1$$

$$(4) \quad \frac{3}{2}$$

ایده بکار رفته در این تست بارها و به اشکال مختلف در ویدیوهای متفاوتی از پکیج ۲ - فصل ۶ مورد بحث قرار گرفته بود.

با توجه به نکات گفته شده در کلاس، حداقل به ۴ روش میتونستید حلش کنید.

- ** ۵۲- در مدار زیر، کلید K به مدت طولانی بسته بوده است. در لحظه $t = 0$ آن را باز می‌کنیم. کدام گزینه در مورد ولتاژهای v_1 و v_2 دو سر سلف‌ها بعد از باز شدن کلید صحیح است؟



$$(1) \quad v_1 = v_2 = 0$$

$$(2) \quad v_1 = v_2 = +3/2 \delta(t)$$

$$(3) \quad v_1 = -v_2 = +3/2 \delta(t)$$

$$(4) \quad v_1 = -v_2 = -3/2 \delta(t)$$

این تست عیناً در پکیج ۱ - فصل ۳ - ویدیوی ۲۹ مورد بحث قرار گرفته بود.

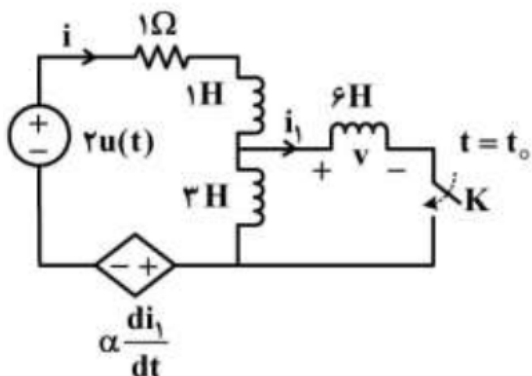
* ۵۳- در مدار زیر، شرایط اولیه همگی صفر و کلید K باز است. اگر کلید را در لحظه $t_0 > 0$ وصل کنیم، به ازای کدام ضریب ثابت α ، ثابت زمانی مدار بعد از وصل کلید ۲۵٪ ثابت زمانی مدار قبل از وصل کلید خواهد بود؟

(۱) ۶- ✓

(۲) ۳-

(۳) ۳+

(۴) ۶+



نکته اصلی مربوط به این تست در پکیج ۱- فصل ۳- ویدیوی ۳۰ مورد بحث قرار گرفته بود.

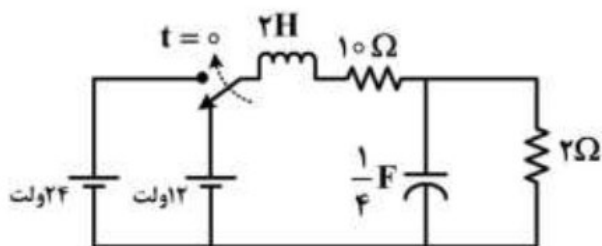
* ۵۴- در مدار زیر، کلید مدت‌ها بسته بوده است و در $t = 0$ تغییر وضعیت می‌دهد. مقادیر $\left. \frac{dv_C}{dt} \right|_{0+}$ و $\left. \frac{di_L}{dt} \right|_{0+}$ چقدر است؟

(۱) ۰ و $\frac{A}{s}$ ✓

(۲) ۰ و $-\frac{A}{s}$ ✓

(۳) $\frac{V}{s}$ و ۰

(۴) $\frac{V}{s}$ و $\frac{A}{s}$



⚠ گزینه‌های ۱ و ۲ صحیح می‌باشند.

نحوه اعتراض به تست: با توجه به مشخص نشدن جهت جریان سلف (یا پلاریته ولتاژ آن)، در این سؤال علاوه بر گزینه ۱، گزینه ۲ نیز می‌تواند صحیح

باشد. در واقع چنانچه جریان سلف را به طرف چپ در نظر بگیریم، آنگاه خواهیم داشت: $\left. \frac{di_L}{dt} \right|_{t=0^+} = -6 \frac{A}{s}$

بنظرم طراح نازنین راست دست هستند و خیلی از دوستانی که چپ دست بوده‌اند به گزینه ۲ رسیده باشند...! 😊

ایده بکار رفته در این تست بارها و به اشکال مختلف در ویدیوهای متفاوتی از پکیج ۱- فصل ۴ مورد بحث قرار گرفته بود (مثلاً ویدیوهای ۴۹ تا ۵۶).

*** ۵۵- گراف یک شبکه الکتریکی از ۵ زیرگراف مسطح بی‌لولا و جدا از هم تشکیل شده است. تعداد کل شاخه‌های شبکه ۲۵ و تعداد معادلات KVL ناپسته که می‌توان در شبکه نوشت، برابر با ۱۳ است. تعداد کل گره‌های شبکه چند عدد است؟

(۱) ۱۲

(۲) ۱۳

(۳) ۱۶

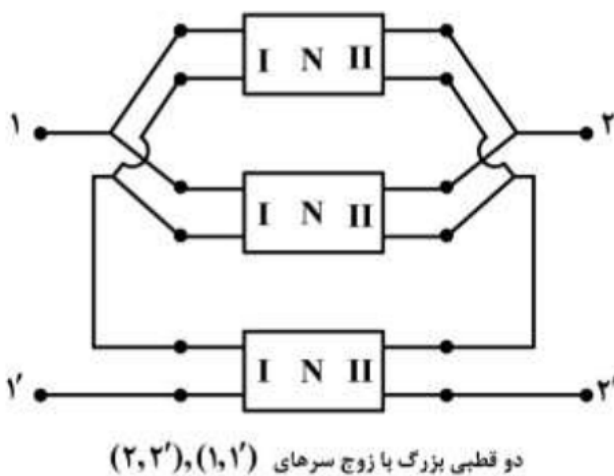
(۴) ۱۷ ✓

نکته اصلی مربوط به این تست در پکیج ۳ - جلسه ۱۶ - ویدیوی ۲ مورد بحث قرار گرفته بود.

✓ بر خلاف حلها و اعتراضاتی که تا این لحظه بدست بنده رسیده، هیچ اشکالی به این تست وارد نیست و گزینه اعلام شده از سوی سازمان سنجش (گزینه ۴) صحیح است. لطفاً اعتراضی در خصوص این تست ثبت نکنید تا کیفیت رسیدگی به اعتراضات افت نکند...

*** ۵۶- ماتریس انتقال $T = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}$ ، یک دو قطبی N برابر $T = \begin{pmatrix} 4 & 3 \\ 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$ است. ماتریس انتقال دو قطبی بزرگ شکل

زیر، که در آن هر یک از دو قطبی‌های N ماتریس انتقال T بالا را دارند، کدام است؟ فرض کنید در اتصال سری و یا موازی دو عدد دو قطبی، شرط دو قطبی بودن به هم نمی‌خورد.



$$T_{\text{بزرگ}} = \begin{pmatrix} 4 & 9 \\ 2 & 1 \\ 9 & 2 \end{pmatrix} \quad (۳) \quad \checkmark$$

$$T_{\text{بزرگ}} = \begin{pmatrix} 6 & 3 \\ 1 & 1 \\ 3 & 3 \end{pmatrix} \quad (۱)$$

$$T_{\text{بزرگ}} = \begin{pmatrix} 4 & 2 \\ 9 & 1 \\ 9 & 2 \end{pmatrix} \quad (۴)$$

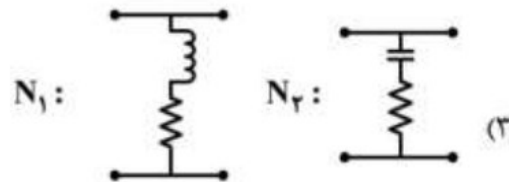
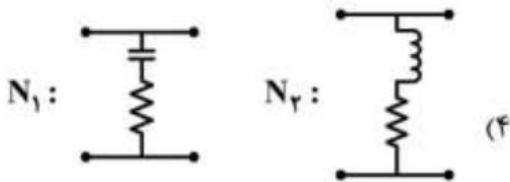
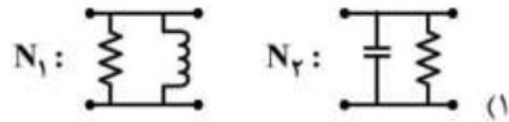
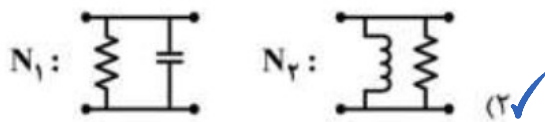
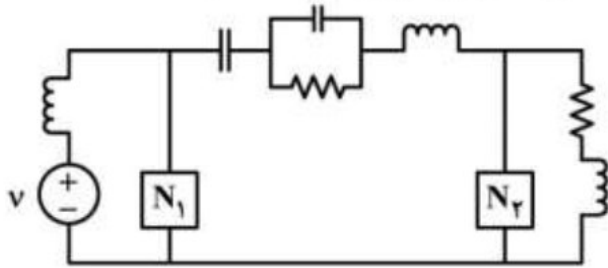
$$T_{\text{بزرگ}} = \begin{pmatrix} 6 & 9 \\ 2 & 1 \\ 9 & 3 \end{pmatrix} \quad (۲)$$

نکته اصلی مربوط به این تست در پکیج ۳ - جلسه ۱۳ - ویدیوی ۲ مورد بحث قرار گرفته بود.



✓ یادتونه توی کلاس حتی در مورد تست برونی هم صحبت کردیم؟ جمله آخر آقای طراح در مورد همونه...

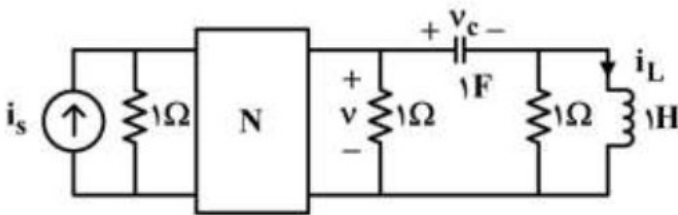
۵۷- در مدار زیر، شبکه‌های N_1 و N_2 چگونه باشند تا مدار هفت فرکانس طبیعی غیر صفر داشته باشد؟ **



ایده بکار رفته در این تست **بارها و به اشکال مختلف** در ویدیوهای متفاوتی از **پکیج ۳ - فصل NF** مورد بحث قرار گرفته بود.

۵۸- در مدار زیر، N یک مدار مقاومتی خطی و بدون منابع ناپسته است. اگر تابع انتقال $\frac{V(s)}{I_s} = \frac{s^2 + s + 1}{\Delta s^2 + \Delta s + 4}$ و شرایط ***

اولیه $i_L(0^+) = 1A$ و $v_C(0^+) = 2V$ و برای $t > 0$ داشته باشیم $i_s = 0$ ، شرط اولیه $v(0^+)$ برابر کدام است؟



(۱) $-\frac{1}{5}$

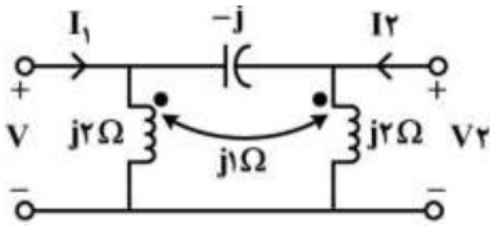
(۲) ✓ $\frac{1}{5}$

(۳) $\frac{1}{4}$

(۴) $\frac{4}{5}$

نکته اصلی مربوط به این تست در **پکیج ۳ - جلسه ۵ - ویدیوی ۱** مورد بحث قرار گرفته بود.

۵۹ ** در شکل زیر، پارامترهای ماتریس انتقال ادمیتانس دوقطبی کدام است؟



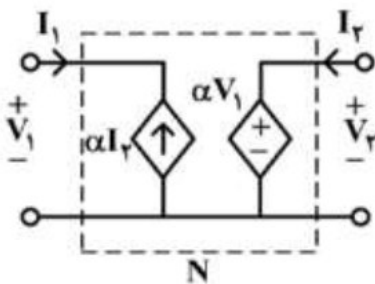
$$(1) \begin{pmatrix} j & \frac{2}{3}j \\ \frac{2}{3}j & j \end{pmatrix} \quad (3) \begin{pmatrix} \frac{2}{3}j & -j \\ -j & \frac{2}{3}j \end{pmatrix}$$

$$(2) \begin{pmatrix} -j & -\frac{2}{3}j \\ -\frac{2}{3}j & -j \end{pmatrix} \quad (4) \begin{pmatrix} \frac{j}{3} & -\frac{2}{3}j \\ -\frac{2}{3}j & \frac{j}{3} \end{pmatrix}$$

نکته اصلی مربوط به این تست در پکیج ۳ - جلسه ۱۳ - ویدیوی ۲ مورد بحث قرار گرفته بود.

۶۰ * دو عدد از دوقطبی‌های شکل زیر (N) را به صورت پشت‌سرهم (Cascade) قرار می‌دهیم و شبکه حاصل را N_1

می‌نامیم. کدام مورد در رابطه با قضیه هم‌پاسخی (Reciprocity) برای شبکه‌های N و N_1 درست است؟



(۱) هر دو شبکه در قضیه هم‌پاسخی صدق می‌کنند.

(۲) N_1 صدق می‌کند اما N صدق نمی‌کند.

(۳) N صدق می‌کند اما N_1 صدق نمی‌کند.

(۴) به علت منابع وابسته در هم‌پاسخی، صدق نمی‌کنند.

نکته اصلی مربوط به این تست در پکیج ۳ - جلسه ۱۲ - ویدیوی ۲ مورد بحث قرار گرفته بود.

گزینه ۴ رو عیناً و بارها و بارها موقع تدریس تاکید کردم که اشتباه رایج حتی مدرسین کنکوره... (هم در فصل دوقطبی و هم در فصل قضایای شبکه)