EXAMEN Reavaluació Gener 2018. TEORIA

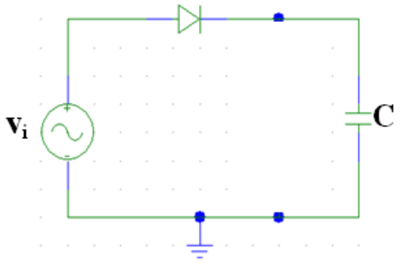
Indicar nom i/o NIUB i la resposta correcta a la taula del final del qüestionari

1. Quan resolem un circuit i obtenim un corrent negatiu, significa que...
a) El corrent té el sentit oposat a suposat inicialment.
b) La solució d'aquest corrent és incorrecta.
c) El corrent està format per càrregues negatives.
d) El corrent té sentit cap a l'esquerra.
e) El circuit es cremaria.

2. Podem dir que un condensador que:
a) és un component electrònic linial.
b) consta de dues plaques que s'apropen quan apliquem tensió.
c) té liti, cosa per la qual s'utilitza en alguns tipus de memòries.
d) té el mateix comportament que una bobina.
e) que amb un de fluzo es pot viatjar al futur.

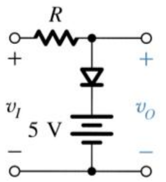
3. El principi de superposició permet resoldre alguns circuits complexos...
a) quan tenen diversos components superposats.
b) quan tenen diversos condensadors i/o bobines.
c) quan tenen diverses fonts.
d) quan tenen diverses resistències.
e) quan tenen diverses malles.

4. Si el díode (suposem model ideal) del circuit té una V_γ=2V, quina tensió caurà al condensador (ideal) a temps grans? (suposem V_i sinusoïdal amb amplitud de 5V):



a) 5V.
b) 2V.
c) 3V.
d) 7V.
e) 10V.

5. Si V_o val 5.5V, quant val V_i? (prenent V_γ=0.7V):



a) 5.5V.
b) 5V.
c) 0V.
d) 5.7V.
e) No es pot saber amb aquesta informació.

6. En un transistor MOSFET...
a) Només hi circula corrent quan està en saturació.
b) En tríode, hi circula corrent pels tres terminals (drenador, font i porta).
c) En tall només hi circula corrent per la porta.
d) En saturació el corrent de drenador no depèn de la tensió de porta.
e) El corrent del drenador té el mateix valor que el de font.

7. La tensió Vds que separa la regió de tríode i la regió de saturació d'un transistor MOSFET:
a) Depèn només de les propietats del transistor.
b) Depèn de Vgs.
c) Sempre té el mateix valor ja que sempre es compleix la mateixa relació.
c) Depèn de si connectem el terra a la font o no.

8. La resistència del canal d'un NMOS just al punt de separació entre tríode i saturació...
a) És de 1Ω.
b) És 0.
c) Depèn de Vgs.
d) Sempre té el mateix valor.
e) El canal no té cap resistència.

9. Per resoldre un circuit amb senyals variables amb el temps (dinàmics) mitjançant l'espai de Laplace, un pas que sempre hem de fer és...
a) imposar condicions inicials nul·les.
b) substituir condensadors i bobines per circuits oberts i curtcircuits respectivament.
c) substituir els interruptors amb circuits oberts.
d) obtenir les condicions inicials.
e) com són dinàmics, fixar-los a la taula amb cordes.

10. La funció de transferència d'un circuit s'obté:
a) imposant un senyal esglaó com a senyal d'entrada.
b) imposant condicions inicials nul·les.
c) imposant un senyal d'entrada sinusoïdal.
d) imposant les condicions inicials conegudes del circuit.
e) antitransformant $V_o(s)$.

11. Si un diagrama de Bode d'amplitud ens dóna un guany de -40 dB per una determinada freqüència, si l'amplitud del senyal sinusoïdal d'entrada és de 10V, quan val l'amplitud del senyal de sortida:
a) 0.01V.
b) 0.1V.
c) 1V.
d) 10V.
e) -10V.

12. Tenim un circuit que té tres pols i un zero. Els tres pols són $p_1 = 0$ i $p_2 = -1$, i $p_3 = 1$. El zero és $z_1=100$. És estable aquest circuit?
a) p_1 fa que sigui inestable.
b) El zero fa que sigui inestable.
c) Sí, per què els pols i zeros són reals i no complexes.
d) p_3 fa que sigui inestable.
e) Cap de les respostes anteriors és correcta.

13. Com afecten els zeros al diagrama de Bode (d'amplitud)?
a) Els zeros fan que el guany sempre sigui 0.
b) Els zeros fan que el pendent sigui 0.
c) Els zeros fan augmentar el pendent de la corba.
d) Els zeros no afecten al diagrama de Bode, només els pols.
e) Fan que la corba es desplaci cap a l'esquerra.

14. Si coneixem la transformada de Laplace de dos senyals, podem conèixer fàcilment la transformada d'un senyal que és la resta d'aquests senyals.
a) Cert, i coincideix amb la resta d'aquestes transformades.
b) Cert, per la propietat de desplaçament de la transformada.
c) Fals. S'ha de obtenir el senyal resultant i calcular la seva transformada.
d) Cert, ja que aquesta transformació apareix a la taula de transformades vist a classe.
e) Fals, ja que no sabem transformar la resta de dues funcions.

15. En un amplificador operacional treballant en zona lineal, polaritzat segons Vcc_+=+15V i Vcc-=-15V, què succeeix quan V_o=0?
a) Això no pot succeïr ja que treballaria a la zona no-lineal.
b) v_+=0V.
c) v_-=0V.
d) $v_+=v_-$.
e) Cap de les respostes anteriors és correcta.

16. Els filtres actius
a) Son filtres més barats que els passius.
b) Són filtres molt més complicats que els passius.
c) Permeten especificar la freqüència de tall, al contrari que els passius.
d) Permeten obtenir guanys alts, en contraposició als passius.
e) Permeten fer café molt carregat.

17. En un amplificador operacional ideal es compleix:
a) $v_+=v_-$.
b) $V_{cc+}=V_{cc-}$.
c) $i_+=i_-=i_o=0$.
d) $i_+ - i_-=i_o$.
e) $i_+ \cdot i_- =0$.

18. Un amplificadors operacional amb realimentació negativa...
a) Sempre treballa a la zona lineal.
b) Sempre treballa a la zona no-lineal.
c) Treballa en zona no-lineal excepte quan la sortida està dins del rang de les tensions d'alimentació.
d) Treballa en zona no-lineal excepte quan la sortida no està dins del rang delimitat per les tensions d'alimentació.

19. Amb el grau (n) d'un filtre actiu de Butterworth podem aconseguir:
a) modificar els seus pendents.
b) modificar la freqüència de tall.
c) modificar el guany de les zones de guany constant.
d) modificar les tensions d'alimentació dels amplificadors.
e) que sigui més fàcil d'implementar a un circuit.

20. Les cel·les de Sallen & Key són útils per:
a) amplificar un valor de tensió.
b) implementar filtres de diferents tipus.
c) obtenir senyals de diferents formes (quadrades, sinusoïdals, etc).
d) construir filtres més ràpids.

NOM (o NIUB):

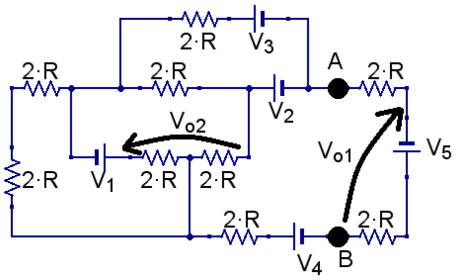
Indicar aquí l'única resposta correcta

Pregunta	Resp.	Pregunta	Resp.
1	a	11	b
2	a	12	d
3	c	13	c
4	c	14	a
5	a	15	d
6	e	16	d
7	b	17	e
8	c	18	c
9	d	19	a
10	b	20	b

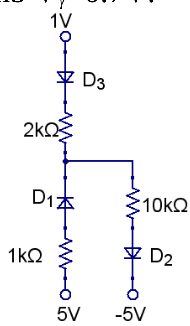
Resposta Correcta=0.15 Resposta Incorrecta=-0.05

EXAMEN Reavaluació Gener 2018. Problemes.

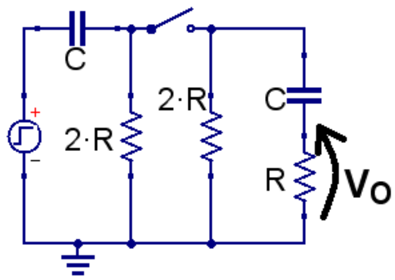
P1) (1.5 punt) Feu els següents pasos aplicats al circuit de la figura:
- Dona les equacions per resoldre aquest circuit aplicant únicament les lleis de Kirchhoff. (no s'han de resoldre; només mostrar les equacions aplicant les lleis per resoldre'l). Doneu també l'expressió per obtenir V_{o1} i V_{o2} suposant que hem obtingut la solució del circuit.
- Obté l'equivalent Thevenin entre els punts A i B de la part esquerra del circuit. Per obtenir V_{th}, apliqueu el principi de superposició.
- Fent ús d'aquest equivalent Thevenin, calcula V_{o1}. (Utilitzeu: $V_{th}=V_1+V_2+V_3$ i $R_{th}=R$ en aquest apartat).



P2) (1 punt) Expliqueu raonadament (sense tenir en compte cap solució) en quin estat es podrien trobar els díodes d'aquest circuit.
Només hauria d'haver dubte respecte un dels díodes. Resol (obtenir els corrents a totes les branques i tensions a tots els nodes) en el dos casos possibles amb aquest díode. Comproveu en tots dos casos si la solució és la correcta o no.
Utilitzeu el model ideal dels díodes amb V_γ=0.7V.



P3) (1.5 punts) Obteniu $v_o(t)$ pel següent circuit:

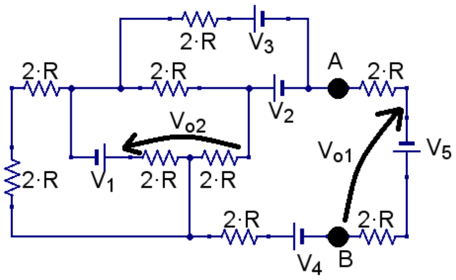


La font de tensió alterna de l'esquerra és un senyal esglaó que dona -5V per t<0, i 5V per t>0 (amb això també assumim que aquesta font sempre ha estat a -5V abans de t=0).
L'interruptor sempre ha estat obert, i a t=0 l'interruptor es tanca.
Utilitzeu els següents valors: R = 2 Ω, C = 1 F.

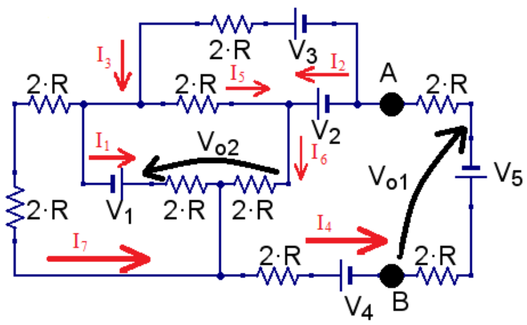
Utilitzeu $V_o(s) = 5 \cdot \dfrac{2 \cdot s}{(2s+2)\cdot(2s^2+8s+58)}$, independentment del $V_o(s)$ que heu obtingut.

P1) (1.5 punt) Feu els següents pasos aplicats al circuit de la figura:

- Dona les equacions per resoldre aquest circuit aplicant únicament les lleis de Kirchhoff. (no s'han de resoldre; només mostrar les equacions aplicant les lleis per resoldre'l). Doneu també l'expressió per obtenir V_{o1} i V_{o2} suposant que hem obtingut la solució del circuit.
- Obté l'equivalent Thevenin entre els punts A i B de la part esquerra del circuit. Per obtenir V_{th}, apliqueu el principi de superposició.
- Fent ús d'aquest equivalent Thevenin, calcula V_o. (Utilitzeu: $V_{th}=V_1+V_2+V_3$ i $R_{th}=R$ en aquest apartat).



En primer lloc, veiem que aquest circuit té 7 branques diferents i, per tant, hi ha 7 corrents que haurem de determinar. Per tant, haurem de tenir 7 equacions.
El primer pas consisteix sempre en definir els corrents de les diferents branques (assignem nom i sentit de forma arbitrària):

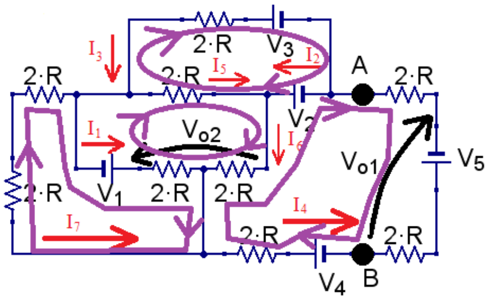


Com sempre, el sentit agafat pels corrents és totalment arbitrari. Es podria haver escollit qualsevol altre sentit pels corrents. El resultat serà sempre el mateix (amb el signe depenent del sentit real del corrent).

Ara apliquem les lleis de Kirchhoff. Pel que fa a la lleis de nodes, veiem que hem d'aplicar-la a tres nodes ja que tenim quatre nodes amb més de dues branques. Hem d'aplicar la llei a aquests nodes menys un. Per aquest "un" escollim el node d'abaix a on conflueixen quatre branques (però es podria haver escollit qualsevol dels altres). Per tant, aplicant la llei de nusos:

$$I_3 = I_1 + I_5 + I_7$$
$$I_6 = I_5 + I_2$$
$$I_2 + I_3 = I_4$$

Com que sabem que necessitem 7 equacions, ens manquen encara quatre equacions. Aquestes surten d'aplicar la segona llei de Kirchhoff (llei de malles). Les quatre malles més evidents per utilitzar són les indicades a la següent figura, i les recorrerem en sentit horari. Les malles escollides no poden deixar cap branca sense recòrrer:



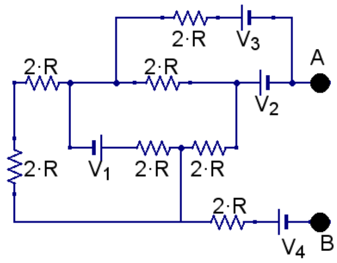
Apliquem donsç la llei de malles a aquestes quatre malles:

$$
\begin{aligned}
&M1: \quad V_1 - I_1 \cdot 2 \cdot R + I_7 \cdot 4 \cdot R = 0 \\
&M2: \quad -V_1 - I_5 \cdot 2 \cdot R - I_6 \cdot 2 \cdot R + I_1 \cdot 2 \cdot R = 0 \\
&M3: \quad V_2 + I_5 \cdot 2 \cdot R + I_3 \cdot 2 \cdot R - V_3 = 0 \\
&M4: \quad V_4 + I_4 \cdot 2 \cdot R + I_6 \cdot 2 \cdot R - V_2 + I_4 \cdot 2 \cdot R + V_5 + I_4 \cdot 2 \cdot R = 0
\end{aligned}
$$

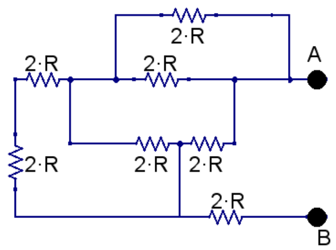
Amb la qual cosa ja tenim les 7 equacions.
El problema ens indica que no la ressolem, però sí que donem les expressions per obtenir V_{o1} i V_{o2} suposant que haguéssim resolt les equacions (i per tant tenim els valors dels corrents):

$$
\begin{aligned}
V_{o1} &= -I_4 \cdot 2 \cdot R - V_5 \\
V_{o2} &= -I_6 \cdot 2 \cdot R + I_1 \cdot 2 \cdot R
\end{aligned}
$$

Anem ara a obtenir l'equivalent Thevenin de la part del circuit que ens demana el problema. Per això, obrim el circuit pels punts A i B. Ens adonem que aplicar el teorema de Thevenin és possible ja que les dues parts en que dividim el circuit estan aïllades. Per tant, hem d'aplicar el teorema al següent circuit:

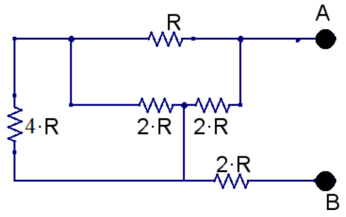


Hem d'obtenir R_{th} i V_{th}. Ambdós càlculs són independents l'un de l'altre, però tots dos comencen amb el mateix circuit anterior.
En primer lloc calculem el valor de R_{th}. Per això hem d'eliminar les fonts. Com que totes són de tensió, això equival a "curt-circuitar-les" (és a dir, substituir-les per un "cable"):

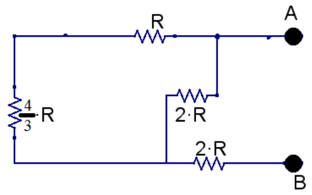


Ara hem de combinar totes les resistències, mantenint els nodes A i B intactes, fins que només ens quedi una. Aquesta resistència serà R_{th}. Com que A i B no poden desaparèixer, hem de tenir molta cura quan fem una combinació sèrie (ja que sempre desapareix un node). Per tant:

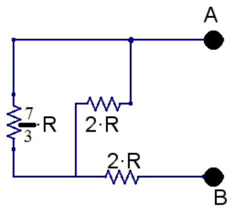
Sèrie de les dues resistències de l'esquerra i paral·lel de les dues d'adalt



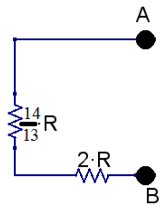
Paral·lel de les dues resistències de l'esquerra



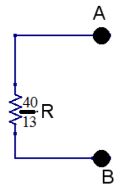
Sèrie de les dues resistències de l'esquerra



Paral·lel de les dues resistències de l'esquerra

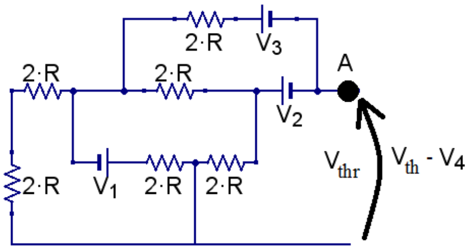


Sèrie de les dues resistències restants

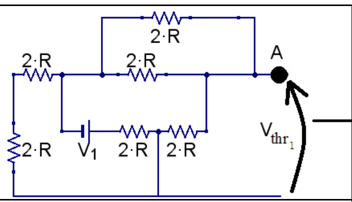
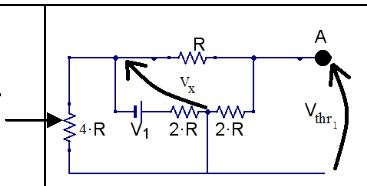
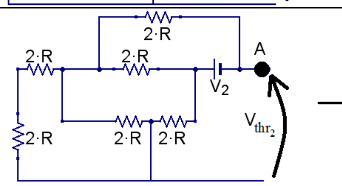
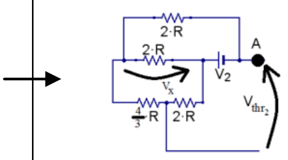
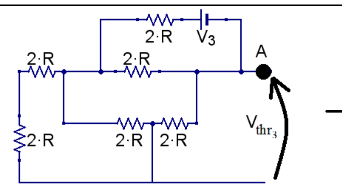
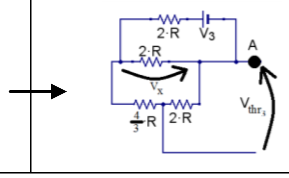


Per tant $R_{th} = \frac{40}{13} \cdot R$

Ara hem d'obtenir V_{th}. Per això, hem "d'oblidar" el pas anterior. Tornem a començar amb el circuit inicial. L'hem de resoldre i calcular V_{AB}. Aquesta serà V_{th}. Les branques on hi són A i B queden obertes i, per tant, no hi circula corrent. Per tant, no influiran en el funcionament d'aquesta part del circuit. La resistència connectada a B no fa tampoc cap funció, ja que no passa corrent i la caiguda de tensió és 0 en aquesta resistència. Però V_4 sí que té un efecte, ja que la tensió en B serà $-V_4$ la que hi hagi al node abans d'aquesta font (que anomenaré V_{thr}) ($V_{thr}=V_A-V_{B'}= V_A-(V_B+V_4)=V_{th}-V_4$). Per tant, el circuit original queda com:



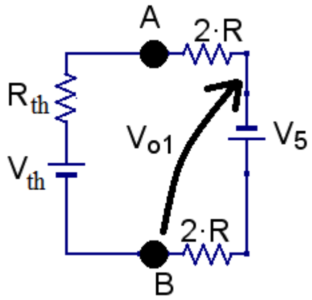
Encara que es podria aplicar simplement les lleis de Kirchhoff, el problema ens demana explícitament resoldre'l utilitzant el principi de superposició.
Aquest circuit té tres fonts; per tant, hem de resoldre tres "subproblemes", utilitzant una font i eliminant la resta en cada cas. Per cadascun d'aquests subproblemes, el primer pas seria fer totes les combinacions sèrie/paral·lel que siguin possibles sense que cap dels dos punts que determinen Vth desaparegui. Cadascun d'aquests casos els podríem resoldre utilitzant les lleis de Kirchhoff (ja que els subcircuits a resoldre en examens tindran com a màxim dues malles) i es podrien resoldre 'a mà' sense problemes. Aquest procediment és el més directe, i igualment vàlid que el que utilitzarem en aquesta solució del problema. De fet, és aconsellable utilitzar les lleis de Kirchhoff. Aquí, el que farem serà provar de simplificar el circuit per fer els càlculs més fàcilment. Si no teniu clar com fer-ho, o no veieu massa clar com s'aplica la fórmula del divisor de tensió, és millor fer ús del procediment mencionat anteriorment utilitzant les lleis de Kirchhoff. Els tres casos ens queden com es mostra a la taula:

1)			$V_{thr1} = \frac{2}{3}\cdot V_x = \frac{2}{3}\cdot\frac{(3\cdot R)//(4\cdot R)}{(3\cdot R)//(4\cdot R)+2\cdot R}(-V_1) = -\frac{2}{3}\cdot\frac{6}{13}\cdot V_1 = -\frac{4}{13}\cdot V_1$
2)			$V_{thr2} = \frac{3}{5}\cdot V_x - V_2 = \frac{3}{5}\cdot\frac{\left(\frac{10}{3}\cdot R\right)//(2R)}{\left(\frac{10}{3}\cdot R\right)//(2R)+2\cdot R}\cdot V_2 - V_2 = \frac{3}{5}\cdot\frac{5}{13}\cdot V_2 - V_2 = -\frac{10}{13}\cdot V_2$
3)			$V_{thr3} = \frac{3}{5}\cdot V_x = \frac{3}{5}\cdot\frac{\left(\frac{10}{3}\cdot R\right)//(2R)}{\left(\frac{10}{3}\cdot R\right)//(2R)+2\cdot R}\cdot(-V_3) = -\frac{3}{5}\cdot\frac{5}{13}\cdot V_3 = -\frac{3}{13}\cdot V_3$

El principi de superposició ens diu que la solució final és la suma de totes les solucions parcials. Per tant:

$$V_{th} = V_{thr} + V_4 = V_{th1} + V_{th2} + V_{th3} + V_4 = -\frac{1}{13}\left(4\cdot V_1 + 10\cdot V_2 + 3\cdot V_3\right) + V_4$$

Ara ja podem substituir l'equivalent Thevenin al circuit i, així, poder obtenir V_o, que és el que ens demanen en l'últim apartat:



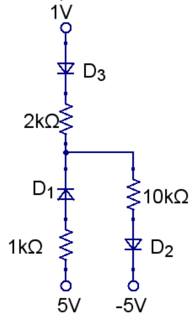
Encara que l’enunciat demana utilitzar uns valors determinats, aquí utilitzaré el resultat que he obtingut. Aquest circuit és molt senzill de resoldre. Només hem d'aplicar les lleis de Kirchhoff a aquesta malla (prenem el corrent I cap a la dreta a la branca superior):

$$V_{th} - I\cdot R_{th} - I\cdot 2\cdot R + V_5 - I\cdot 2\cdot R = 0 \quad \Rightarrow I = \frac{V_{th}+V_5}{R_{th}+4\cdot R} = \frac{V_{th}+V_5}{\frac{40}{13}\cdot R + 3\cdot R} = \frac{13}{79}\cdot\frac{V_{th}+V_5}{R}$$

$$\Rightarrow V_{o1} = I\cdot 2\cdot R - V_5 = \frac{26}{79}\cdot(V_{th}+V_5) - V_5 = \frac{26}{79}\cdot\left(-\frac{1}{13}(4\cdot V_1 + 10\cdot V_2 + 3\cdot V_3) + V_4 + V_5\right) - V_5 =$$

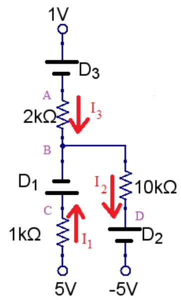
$$= \frac{2}{79}\cdot(13\cdot(V_4+V_5) - (4\cdot V_1 + 10\cdot V_2 + 3\cdot V_3)) - V_5 = \frac{1}{79}\cdot(26\cdot V_4 - 53\cdot V_5 - 2\cdot(4\cdot V_1 + 10\cdot V_2 + 3\cdot V_3))$$

P2) (1 punt) Expliqueu raonadament en quin estat es podrien trobar els díodes d'aquest circuit.
Només hauria d'haver dubte respecte un dels díodes. Resol (obtenir els corrents a totes les branques i tensions a tots els nodes) en el dos casos possibles amb aquest díode. Comproveu en tots dos casos si la solució és la correcta o no.
Utilitzeu el model ideal dels díodes amb V_γ=0.7V.



El raonament es pot fer de diverses formes correctament. Jo exposo un possible raonament que podria ser vàlid.
Raonament: La tensió més alta del circuit ve donada pels 5V de la font d'abaix a l'esquerra. Per tant el corrent d'aquesta branca tindrà direcció cap amunt i D_1 només podria estar en directa (ja que la tensió de la part d'adalt d'aquest díode serà menor que la tensió de la part d'abaix). Per un raonament equivalent a l'anterior, D_2 també estarà en directa ja que la menor tensió del circuit ve donada por la font de -5V d'abaix a la dreta, i per tant el corrent anirà cap a baix en aquesta branca i D_2 també estarà polaritzat en directa. L'estat de D3 dependrà de quina tensió tenim al node d'intersecció de les tres branques del circuit. Si aquesta tensió és major que 0.3V, llavors estarà en inversa, i en cas contrari en directa.

Per resoldre el circuit substituïm pels seus models segons el seu estat (directe o inversa). Pel procediment vist a classe, suposarem primer que D3 (que no coneixem realment el seu estat) està en directe. Després de resoldre el circuit, comprovarem si aquesta hipòtesi inicial era correcta o no.
Per tant, el circuit que hem de resoldre en primer lloc és el següent:



En aquest circuit hem d'anar amb compte amb la "direcció" de les fonts de tensió del model dels díodes. També hem de tenir present el significat dels valors de tensions indicats adalt i abaix.
Ara només hem de resoldre aquest circuit. Apliquem Kirchhoff (els corrents els indiquem en la direcció que ens permeten els díode en directa de tal forma que, si obtenim una solució de qualsevol corrent que passa pels díodes negativa, llavors vol dir que ens hem equivocat en la nostre suposició):

$$\left.\begin{array}{l} I_1+I_3=I_2 \\ 5-I_1\cdot 1-V_\gamma-I_2\cdot 10-V_\gamma+5=0 \\ 5-I_1\cdot 1-V_\gamma+I_3\cdot 2+V_\gamma-1=0 \end{array}\right\} \Rightarrow \left.\begin{array}{l} I_1+I_3=I_2 \\ I_2=\frac{1}{10}\cdot\left(10-2\cdot V_\gamma-I_1\right) \\ I_3=-\frac{1}{2}\cdot\left(4-I_1\right) \end{array}\right\} \Rightarrow I_1-\frac{1}{2}\cdot\left(4-I_1\right)=\frac{1}{10}\cdot\left(10-2\cdot V_\gamma-I_1\right)$$

$$\Rightarrow 16\cdot I_1=30-2\cdot V_\gamma \Rightarrow I_1=\frac{30-2\cdot V_\gamma}{16}\cong 1.8\,mA$$

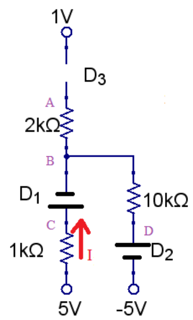
$$I_3=-\frac{1}{2}\cdot\left(4-I_1\right)\cong -1.1\,mA$$

$$I_2=\frac{1}{10}\cdot\left(10-2\cdot V_\gamma-I_1\right)\cong 0.7\,mA$$

Obtenim també les tensions, tal i com demanen a l'enunciat:

$$\begin{aligned} V_A &= 1-V_\gamma = 0.3\,V \\ V_B &= V_A - I_3\cdot 2 \cong 2.5\,V \\ V_C &= V_B + V_\gamma \cong 3.2\,V \\ V_D &= V_B - I_2\cdot 10 \cong -4.5\,V \end{aligned}$$

I_3 és negativa i, per tant, no pot ser que el díode D_3 estigui en directa. La nostra suposició inicial era errònia i, per tant, hem de tornar a calcular el circuit però tenint en compte ara que D_3 està en inversa. Ara el circuit és molt més senzill de resoldre ja que només hi ha una malla:



Per tant, aplicant la llei de malles de Kirchhoff:

$$5-I\cdot 1-V_\gamma-I\cdot 10-V_\gamma+5=0 \quad \Rightarrow I=\frac{10-2\cdot V_\gamma}{11}\cong 0.8\,mA$$

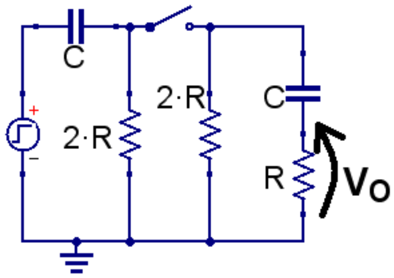
Aquesta hauria de ser la solució correcta. En qualsevol cas, obtenim les tensions, i comprovem que la solució quadra per D_3 en inversa. Pels nodes, utilitzem la mateixa notació que a l'anterior circuit. I les tensions en aquests punts són:

$$V_C = 5 - I \cdot 1 \cong 4.2\,V$$
$$V_B = V_C - V_\gamma \cong 3.5\,V$$
$$V_D = V_B - I \cdot 10 \cong -4.5\,V$$
$$V_A = V_B$$

El punt A té la mateixa tensió que el punt B ja que no hi circula corrent per aquesta branca i, per tant, no cau tensió a la resistència d’adalt de 2kΩ.
Podem veure que aquestes tensions quadren amb la suposició de tenir D_3 en inversa, ja que la tensió al punt B és major que 0.3V.

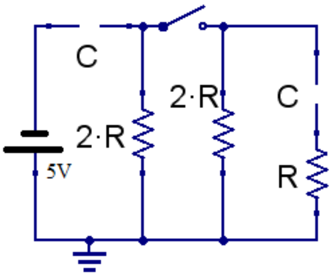
(Nota: Recordeu sempre de posar les unitats corresponents als resultats).

P3) (1.5 punts) Obteniu $v_o(t)$ pel següent circuit:



La font de tensió alterna de l'esquerra és un senyal esglaó que dona -5V per t<0, i 5V per t>0 (amb això també assumim que aquesta font sempre ha estat a -5V abans de t=0).
L'interruptor sempre ha estat obert, i a t=0 l'interruptor es tanca.
Utilitzeu els següents valors: R = 2 Ω, C = 1 F.
Utilitzeu $V_o(s) = 5 \cdot \dfrac{2 \cdot s}{(2s+2)\cdot(2s^2+8s+58)}$, independentment del $V_o(s)$ que heu obtingut.

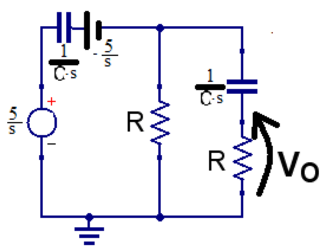
Per calcular les condicions inicials del condensador i de les bobines, hem de tenir en compte que els condensadors amb senyals continus són circuits oberts, mentre que les bobines són com un curt-circuit (com si fos un cable). Per tant, el circuit per t<0 és com l'indicat en aquesta figura:



En aquest circuit, no hi circula corrent per cap de les branques. Per tant, podem veure clarament de la figura que la diferència de tensió del condensador de l'esquerra serà -5V. I pel condensador de la dreta serà igual a 0V.
Per tant, ja coneixem les condicions inicials, i ara podem transformar tot el circuit. L'única cosa que ens queda per transformar és la font alterna. Es pot veure clarament que la font alterna ve donada per $v_i(t)=-5+10\cdot u(t)$. La seva transformada, per tant serà:

$$V_i(s) = -\frac{5}{s} + 10\cdot\frac{1}{s} = \frac{5}{s}$$

Per tant, el circuit transformat ens queda:



Podem resoldre aquest circuit simplement aplicant les lleis de Kirchhoff. Jo utilitzaré un altre mètode. Primer calcularem la caiguda de tensió a la combinació paral·lela de la dreta (li anomenem V_x), i a partir d'aquest podem obtenir $V_o(s)$ amb la fórmula del divisor de tensió.

La impedància del paral·lel de la dreta és:

$$Z_p = \frac{R \cdot \left(R + \frac{1}{C \cdot s} \right)}{R + R + \frac{1}{C \cdot s}} = \frac{R \cdot (R \cdot C \cdot s + 1)}{2 \cdot R \cdot C \cdot s + 1}$$

I ara podem aplicar Kirchhoff a l'única malla que ens queda per obtenir V_x:

$$\frac{5}{s} - I \cdot \frac{1}{C \cdot s} - \left(-\frac{5}{s} \right) - I \cdot Z_p = 0 \quad \Rightarrow I = \frac{\frac{10}{s}}{\frac{1}{C \cdot s} + Z_p} = \frac{\frac{10}{s}}{\frac{1}{C \cdot s} + \frac{R \cdot (R \cdot C \cdot s + 1)}{2 \cdot R \cdot C \cdot s + 1}} =$$

$$= 10 \cdot C \frac{2 \cdot R \cdot C \cdot s + 1}{2 \cdot R \cdot C \cdot s + 1 + R \cdot C \cdot s \cdot (R \cdot C \cdot s + 1)} = 10 \cdot C \frac{2 \cdot R \cdot C \cdot s + 1}{R^2 \cdot C^2 \cdot s^2 + 3 \cdot R \cdot C \cdot s + 1}$$

$$\Rightarrow V_x(s) = I \cdot Z_p = 10 \cdot C \frac{R \cdot (R \cdot C \cdot s + 1)}{R^2 \cdot C^2 \cdot s^2 + 3 \cdot R \cdot C \cdot s + 1} = 10 \frac{\left(s + \frac{1}{R \cdot C} \right)}{s^2 + 3 \cdot \frac{1}{R \cdot C} \cdot s + \frac{1}{R^2 \cdot C^2}}$$

I ara ja podem calcular Vo(s) aplicant la fórmula del divisor de tensió:

$$V_o(s) = V_x \cdot \frac{R}{R + \frac{1}{C \cdot s}} = 10 \cdot \frac{\left(s + \frac{1}{R \cdot C} \right)}{s^2 + 3 \cdot \frac{1}{R \cdot C} \cdot s + \frac{1}{R^2 \cdot C^2}} \cdot \frac{s}{s + \frac{1}{R \cdot C}} = 10 \cdot \frac{s}{s^2 + 3 \cdot \frac{1}{R \cdot C} \cdot s + \frac{1}{R^2 \cdot C^2}}$$

Substituint els valors que ens dóna el problema:

$$V_o(s) = 10 \cdot \frac{s}{s^2 + 1.5 \cdot s + 0.25}$$

L'enunciat ens diu que utilitzem la $V_o(s)$ proporcionada i no la que hem generat:

$$V_o(s) = 5 \cdot \frac{2 \cdot s}{(2s + 2) \cdot (2s^2 + 8s + 58)}$$

En primer lloc, hem de treure terme comú de les s amb major coeficient:

$$V_o(s) = 2.5 \cdot \frac{s}{(s + 1) \cdot (s^2 + 4s + 29)}$$

El que ens queda abans de poder antitransformar és obtenir els dos pols del polinomi de grau 2:

$$s^2 + 4s + 29 = 0 \quad \Rightarrow p_{1,2} = \frac{-4 \pm \sqrt{4^2 - 4 \cdot 1 \cdot 29}}{2 \cdot 1} = -2 \pm 5i$$

Per tant, podem posar $V_o(s)$ com:

$$V_o(s) = 2.5 \cdot \frac{s}{(s+1)\cdot(s-(-2+5i))\cdot(s-(-2-5i))}$$

Sabem que aquesta fracció la podem posar com:

$$V_o(s) = \frac{k_1}{s+1} + \frac{k_2}{s-(-2+5i)} + \frac{k_3}{s-(-2-5i)}$$

I obtenim k_1, k_2 i k_3 com:

$$k_1 = V_o(s)\cdot(s+1)\Big|_{s=-1} = 2.5\cdot\frac{s}{(s+1)\cdot(s^2+4s+29)}\cdot(s+200)\Bigg|_{s=-1} = 2.5\cdot\frac{s}{(s^2+4s+29)}\Bigg|_{s=-1} \cong -0.1$$

$$k_2 = V_o(s)\cdot(s-(-2+5i))\Big|_{s=-2+5i} = 2.5\cdot\frac{s}{(s+1)\cdot(s-(-2+5i))\cdot(s-(-2-5i))}\cdot(s-(-2+5i))\Bigg|_{s=-2+5i} =$$

$$= 2.5\cdot\frac{s}{(s+1)\cdot(s-(-2-5i))}\Bigg|_{s=-2+5i} = 2.5\cdot\frac{-2+5i}{(-2+5i+1)\cdot(-2+5i-(-2-5i))} = 2.5\cdot\frac{-2+5i}{(-1+5i)\cdot 10i} =$$

$$= -2.5\cdot\frac{-5-2i}{10}\cdot\frac{-1-5i}{1^2+5^2} \cong 0.1\cdot(0.5-2.7\cdot i)$$

k_3 s'obté de la mateixa forma. Però com que sabem que per dos pols complexes conjugats, les solucions de k_i són també complexes conjugades:

$$\Rightarrow k_3 = 0.1\cdot(0.5-2.7\cdot i)$$

Ara ja podem antitransformar, ja que sabem l'antitransformada de 1/(s+a) (o el que és similar, 1/(s-a)):

$$v_{od}(t) = k_1\cdot e^{-1\cdot t} + k_2\cdot e^{[-2+5i]\cdot t} + k_3\cdot e^{[-2-5i]\cdot t} = -0.1\cdot e^{-t} + e^{-2\cdot t}\cdot\left[0.1\cdot(0.5-2.7\cdot i)\cdot e^{i\cdot 5\cdot t} + 0.1\cdot(0.5+2.7\cdot i)\cdot e^{-i\cdot 5\cdot t}\right] =$$

$$= 0.1\cdot\left[-e^{-t} + e^{-2\cdot t}\cdot\left[0.5\cdot\left(e^{i\cdot 5t}+e^{-i\cdot 5t}\right) + 2.7i\cdot\left(e^{-i\cdot 5t}-e^{i\cdot 5t}\right)\right]\right] =$$

$$0.1\cdot\left[-e^{-t} + e^{-2\cdot t}\cdot\left[0.5\cdot(\cos(5t)+i\cdot\sin(5t)+\cos(-5t)+i\cdot\sin(-5t)) + 2.7i\cdot(\cos(-0.5t)+i\cdot\sin(-0.5t)-\cos(0.5t)-i\cdot\sin(0.5t))\right]\right] =$$

$$= 0.1\cdot\left[-e^{-t} + e^{-2\cdot t}\cdot\left[0.5\cdot(\cos(5t)+i\cdot\sin(5t)+\cos(5t)-i\cdot\sin(5t)) + 2.7i\cdot(\cos(0.5t)-i\cdot\sin(0.5t)-\cos(0.5t)-i\cdot\sin(0.5t))\right]\right]$$

$$= 0.1\cdot\left[-e^{-t} + e^{-2\cdot t}\cdot\left[\cos(5t) - 2.7i\cdot 2\cdot i\cdot\sin(0.5t)\right]\right]$$

$$= 0.1\cdot\left[-e^{-t} + e^{-2\cdot t}\cdot(\cos(5t) + 5.4\cdot\sin(0.5t))\right]$$

Com sempre, aquesta expressió és vàlida només per t>0.