

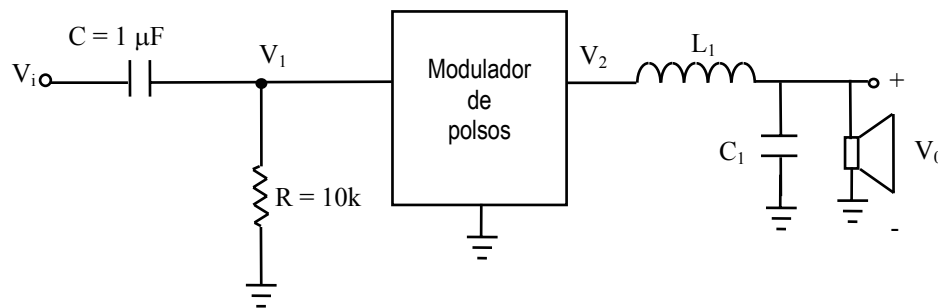
**EXAMEN D'ELECTRÒNICA ANALÒGICA. E.T.I.E.I.**  
**Escola Politècnica Superior**

**PROBLEMES**

Publicació de notes: Dilluns 9 de juny de 2003.

Revisió de l'examen Dimecres 11 de juny de 2003 de 10 a 12 h.

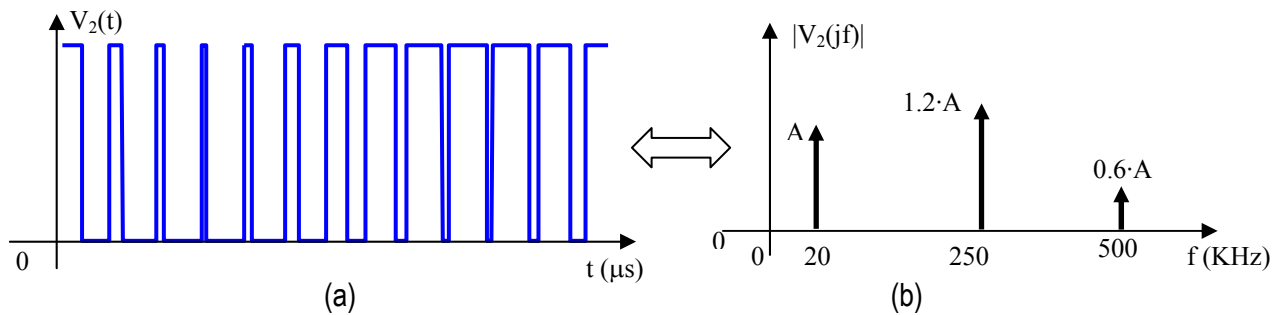
**PROBLEMA 1 (3.5 P).** Tant transistor i després ens ve el veí del 4<sup>rt</sup>-1<sup>a</sup> presumint de que l'amplificador que té a casa es un classe D i nosaltres que no tenim ni la més remota idea de que és. Per això hem començat a posar-nos al dia i a llegir molt sobre el tema. Veiem que aquests no son res més que amplificadors que tenen una eficiència molt elevada, aconseguint transformar un tant per cent molt elevat de la potència d'alimentació en potència de senyal a la sortida (molt més que els esquemes que ens havia explicat a classe el pobre "profe" d'electrònica). Això ho aconsegueixen transformant el senyal d'entrada sinusoidal en un tren de polsos que varien la seva amplada en funció de l'amplitud del senyal sinusoidal. Després es realitza un filtrat d'aquest senyal per tornar a recuperar el senyal sinusoidal original. Hem trobat un esquema que modela aquest sistema



Es sap que el modulador de polsos té una impedància d'entrada molt gran, una impedància de sortida nul·la i el podem considerar com una funció de transferència  $H_{MP}(s) = \frac{V_2(s)}{V_1(s)} = K$ . Si l'altaveu es pot considerar com una resistència  $R_L$ ,

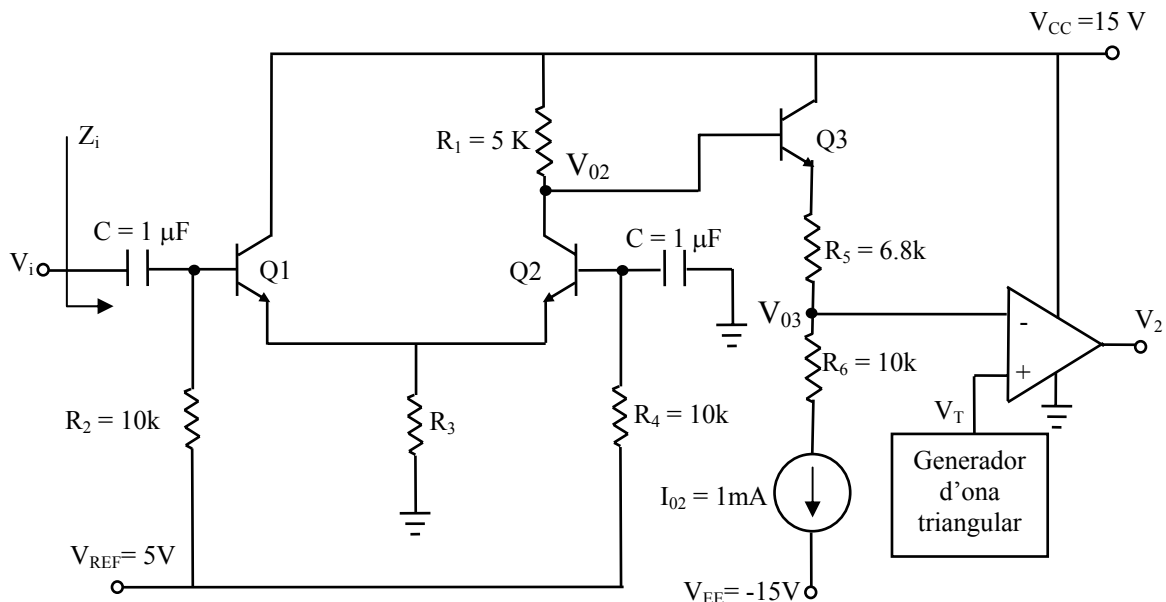
- Determineu l'expressió de la funció de transferència global  $H_{TOT}(s) = \frac{V_0(s)}{V_i(s)}$ .
- Sabent que  $C = 1 \mu\text{F}$ ,  $R = 10 \text{ K}$ ,  $L_1 = 89.6 \mu\text{H}$  i  $R_L = 8\Omega$ , i que la funció té uns pols complexos conjugats, dissenyeu el valor de  $C_1$  per a que la freqüència superior de tall del circuit global sigui de 20 KHz ( $\omega \approx 1.25 \cdot 10^5 \text{ rad/seg.}$ ). Quin valor hauria de tenir la constant K del modulador de polsos per a que l'amplificador tingui un guany de 40 dB en el marge típic d'àudio de 20Hz a 20 KHz?
- Representeu el **diagrama de Bode del mòdul**, indicant clarament els valors dels colzes i la gràfica real en els punts més significatius.

Per a un senyal d'entrada  $V_i$  sinusoidal de 20 KHz, a la sortida del modulador  $V_2$  es té un senyal polsat com el mostrat (a), juntament amb la seva equivalència freqüencial aproximada (b)



d) Quants decibels (dB) quedarà atenuat el component de 250KHz ( $\omega \approx 1.57 \cdot 10^6$  rad/seg.) respecte un senyal d'àudio de 10KHz ( $\omega \approx 6.28 \cdot 10^4$  rad/seg.) a la sortida?

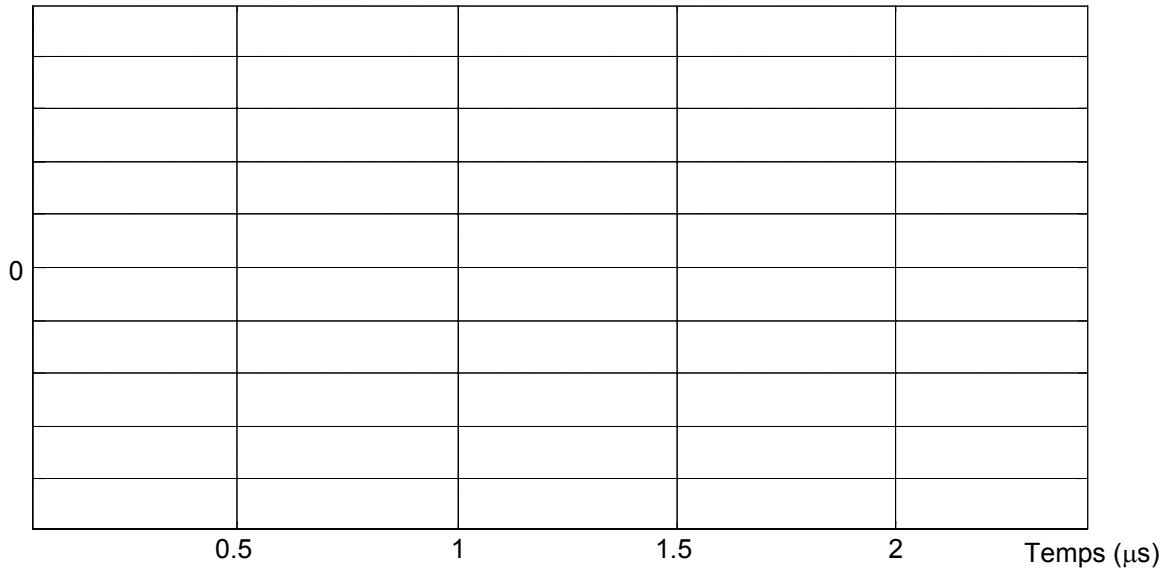
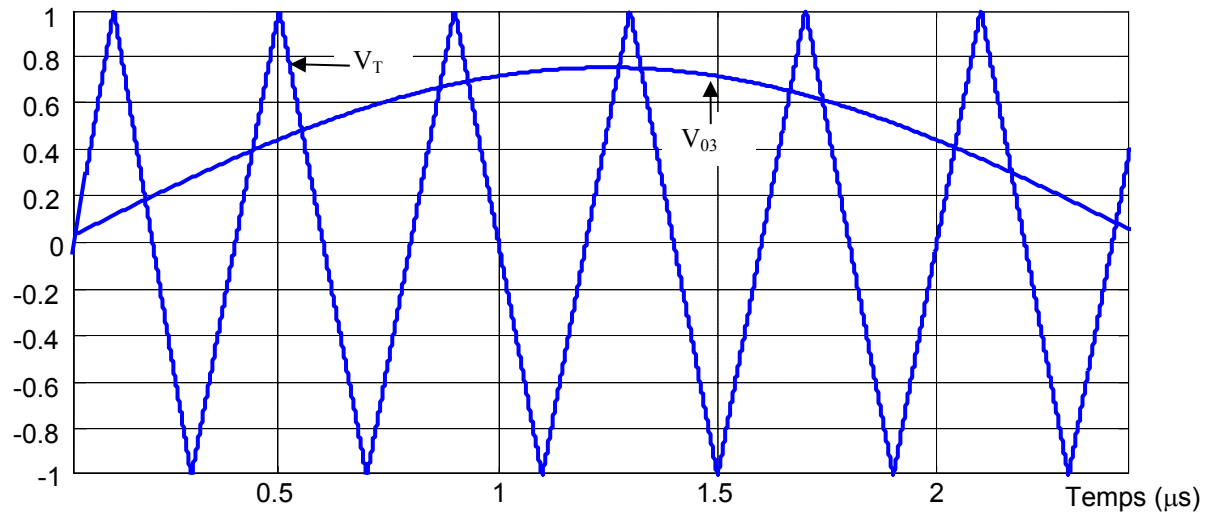
**PROBLEMA 2.- (3.5 P)** Seguim intrigats amb aquest tipus d'amplificadors, i decidim investigar més a fons el seu funcionament. Pobres de nosaltres!!! Per això anem a fer un anàlisi més acurat de les "intimitats" del circuit que realitza la modulació de polsos. Hem trobat un esquema molt simplificat que ens pot ajudar. L'esquema és el que segueix



on els transistors Q1, Q2 i Q3 tenen  $\beta=200$  i l'amplificador operacional es pot considerar ideal.

- Calculeu el valor de  $R_3$  per tenir un corrent de col·lector del transistor Q1 de  $I_{CQ1}=1.5\text{mA}$ .
- Determineu el guany de tensió  $A_{V1} = \frac{V_{03}}{V_i}$  i la impedància d'entrada  $Z_i$ . Considereu que la freqüència de treball és tal que es poden considerar els condensadors C de valor molt elevat.
- Representeu la tensió total (AC+DC) que tindria a  $V_{02}$  i a  $V_{03}$  suposant que a l'entrada hi ha  $V_i(t) = 20 \sin(\omega t)$  mV

Si en un moment determinat es tenen uns senyals  $V_T$  (generador ona triangular) i  $V_{03}$  (sortida etapa amplificadora) com els mostrats a la figura, representeu gràficament el senyal que hi haurà a la sortida del modulador de polsos  $V_2$ .



**EXAMEN D'ELECTRÒNICA ANALÒGICA. E.T.I.E.I.**  
**Escola Politècnica Superior**

**PROBLEMES**

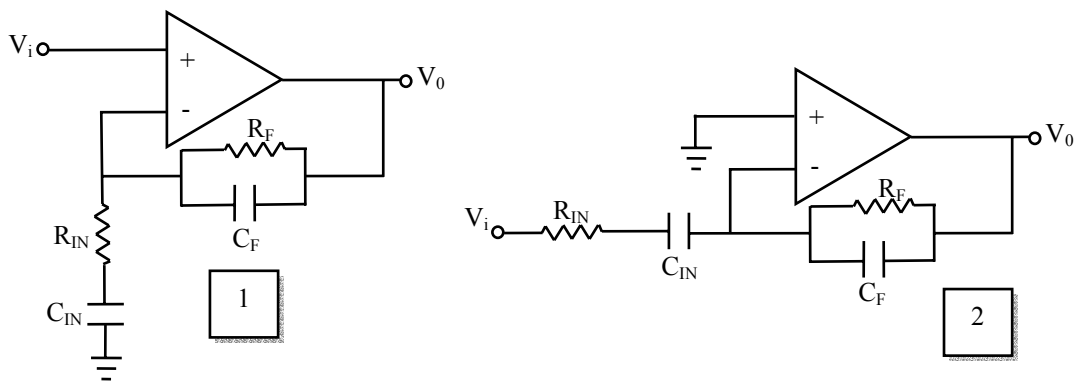
Publicació de notes: Dilluns 30 de juny de 2003.

Revisió de l'examen Dimecres 2 de juliol de 2003 de 10 a 12 h.

**PROBLEMA 1 (4 P).** A casa ja estan farts de dir-nos-ho. No pot ser que estem escoltant la música a tant volum a les 3 de la matinada a l'habitació!!!. Els plats de la cuina ja s'han hagut de canviar varies vegades per la trencadissa produïda per les vibracions, i els veïns ja han intentat fer-nos una cara nova unes quantes vegades. Per això hem decidit fer una sortida d'auriculars al nostre amplificador. No teníem cap esquema disponible i hem anat a veure el nostre veí del 4<sup>t</sup>, 1<sup>era</sup> (el de sempre) per a que ens deixes fer unes quantes mesures en aquell flamant amplificador classe D que tenia. Després de mirar com ho fèiem a pràctiques, connectem el generador de funcions a l'entrada del circuit d'auriculars, i fem un escombrat de freqüències amb el generador de funcions, tot obtenint el guany i la fase a la sortida. Ho representem gràficament i ens dona el diagrama donat a la pàgina ajunta.

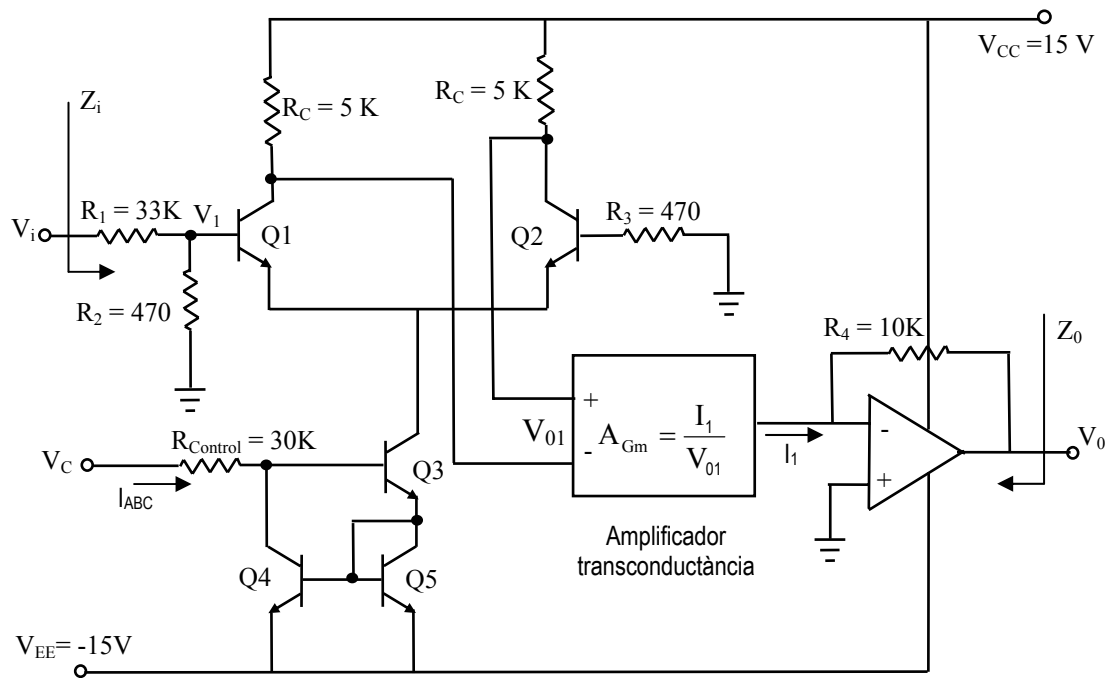
- a) Dibuixeu les asymptotes del diagrama del mòdul i, a partir dels gràfics, doneu la funció de transferència  $H(s)$  que tindrà el sistema per als auriculars. Justifiqueu clarament com aneu deduint els valors d'aquesta.

Hem trobat en un llibre diferents esquemes basats en amplificadors operacionals treballant en configuració inversora i no inversora que ens poden ser útils.



- b) En vista del diagrama freqüencial o de la funció de transferència obtinguda, proposeu raonadament quin dels dos circuits anteriors us quedaríeu per fer-vos la vostra sortida d'auriculars.
- c) Trobeu la funció de transferència  $H(s) = \frac{V_o}{V_i}$  del circuit escollit en funció dels components  $R_{IN}$ ,  $C_{IN}$ ,  $R_F$  i  $C_F$ .
- d) Si escollim  $R_F = 10K$ , determineu el valor dels altres components per a que el circuit tingui el comportament del diagrama freqüencial donat.

**PROBLEMA 2.- (3.5 P)** L'esquema que es dona tot seguit correspon a una simplificació de l'amplificador de National Instruments LM13700.

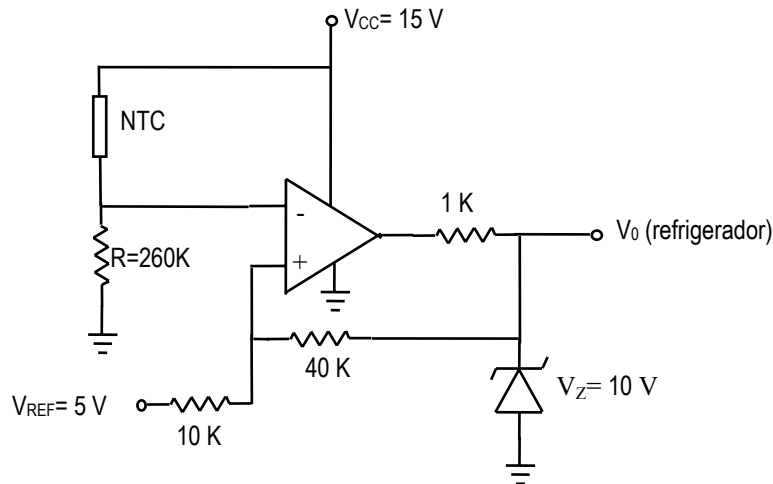


Els transistors Q1, Q2, Q3, Q4 i Q5 es poden considerar idèntics i amb  $\beta=200$  i **corrents de base menyspreables**. L'amplificador operacional es pot considerar ideal. L'amplificador de transconductància té un guany de  $A_{Gm} = 10 \text{ mA/V}$ , i es pot considerar amb impedància d'entrada infinita, tant en DC com en AC.

Ens diuen que és un amplificador controlat per tensió, concretament per la tensió contínua  $V_C$ , però com que som molt desconfiats, decidim comprovar-ho. Per això:

- d) Trobeu l'expressió del corrent  $I_{ABC}$  en funció de la tensió  $V_C$ . Quant val el corrent de col·lector  $I_{CQ3}$  del transistor Q3 també en funció de  $I_{ABC}$ ?
- e) Determineu el guany de tensió  $A_{V1} = \frac{V_{01}}{V_i}$  i el guany total  $A_V = \frac{V_0}{V_i}$ , i deixeu-lo en funció de  $I_{ABC}$ . Quina és la impedància d'entrada  $Z_i$  del circuit? I la de sortida  $Z_0$ ?
- f) Trobeu els valors numèrics del guany  $A_{V1}$  i el total  $A_V$ , si  $V_C = 0V$ . Repetiu els càlculs per  $V_C=15V$ .
- g) Quina  $V_C$  hauries de posar per a que el circuit tingués un guany total de  $|A_V|= 100$ ?

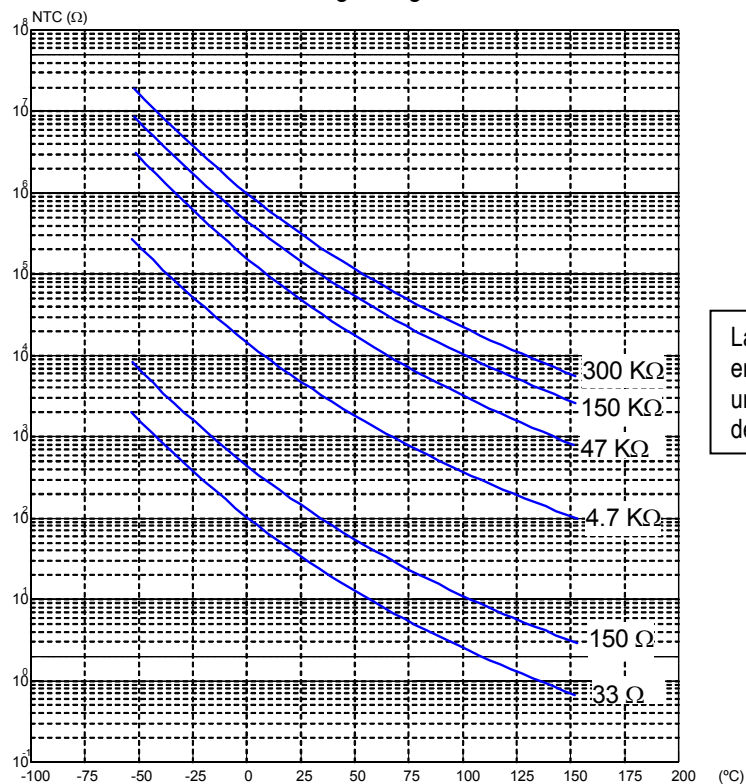
**PROBLEMA 3.- (2.5 P)** En un examen ens proposaven que dissenyéssim un circuit que al anar pujat la temperatura i arribar a un cert nivell, s'engegues un circuit refrigerador. Per altra banda, també hauria de desactivar-se quan la temperatura baixes d'un altre cert valor. Com que som molt hàbils i en aquests moment ningú ens veu, hem decidit copiar el circuit que ha proposat el company del costat, que diuen que és un crack. L'esquema que proposa es el que segueix:



De cop però, ens n'adonem que estem a la segona convocatòria, i que segurament el crack ja va aprovar a la primera. De qui hem copiat el circuit, doncs? Com que no n'estem segurs, decidim comprovar-ne el funcionament.

a) Observant l'esquema, et sembla que aquest circuit realitzaria la funció que se li ha assignat? Raona clarament la resposta, i proposa la modificació que faries si ho creus pertinent.

La característica de la NTC és la donada en la següent gràfica



La NTC utilitzada en aquest circuit té un valor nominal de 47 K

b) Per quina temperatura es posarà en funcionament el refrigerador? ( el refrigerador es posa en funcionament quan li arriba una tensió de 10 V). Per quina temperatura deixarà de funcionar?