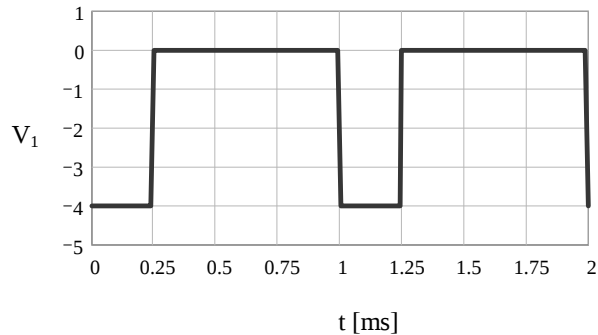
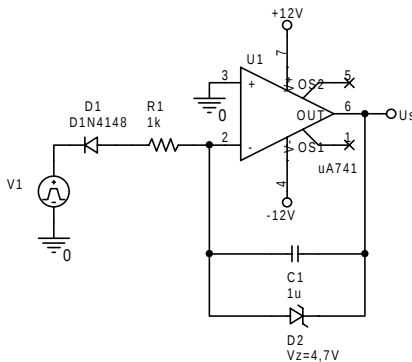


Primer ejercicio

Dado un circuito como el de la figura se pide dibujar la tensión de salida durante 10ms suponiendo que, inicialmente, el condensador está descargado. Considerar ideales los diodos y el AO.



(25 min.)

Segundo ejercicio

En la figura 1 y 2 se ilustra el fundamento de la modulación por impulso en amplitud (*Pulse Amplitude Modulation, PAM*). La PAM es un proceso en la que la señal a transmitir se multiplica por pulsos regulares, y cada muestra resultante es proporcional a la amplitud de la señal en el instante del muestreo. Esta forma de comunicación se utiliza en telefonía estándar. Sabiendo que para cada canal de audio se está empleando un ancho de banda de 300 a 3000 Hz y que se emplea 8000 muestras por segundo, se pide:

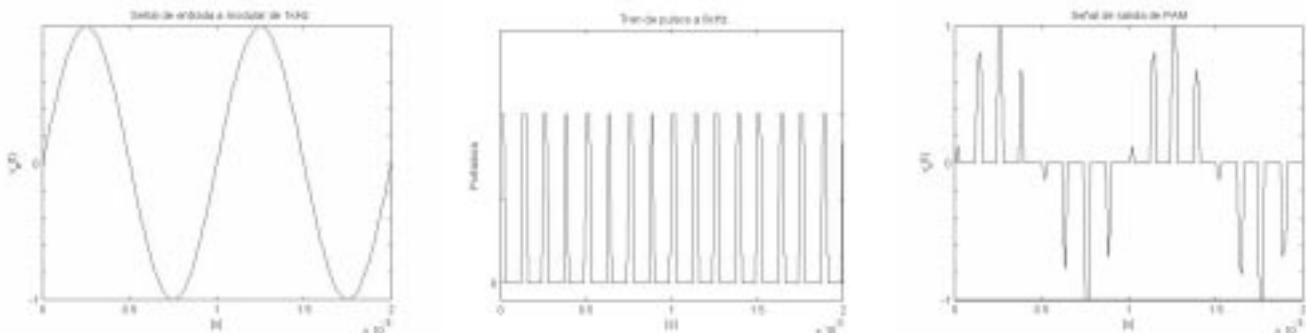


Figura 1. a) Señal de entrada, b) Portadora c) Señal de salida

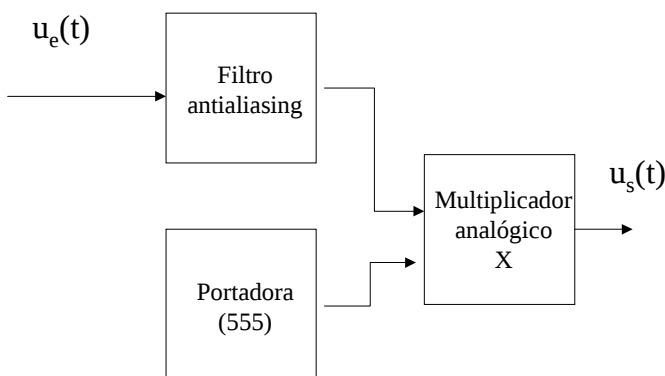


Figura 2. Diagrama a bloques de PMA

1. Diseño del filtro antialiasing de Chebychev de tipo I empleando una atenuación de 20dB a la frecuencia de Nyquist y que la ganancia en la banda pasante es unitaria.
2. Diseño del generador de pulsos mediante un 555. Experimentalmente se ha demostrado que el ancho del pulso del PAM es inversamente proporcional al ancho de banda del cable a transmitir. Con este propósito el par trenzado empleado para este canal es de 20kHz.
3. Completar el diseño del modulador con la conexión del multiplicador analógico AD633JN. Presentar un esquema final del circuito modulador de PMA.



Datos

$$V_{cc} = \pm 15 \text{ V}; D = \frac{10^{0.1A_{min}} - 1}{10^{0.1A_{max}} - 1}; n \geq \frac{\cosh^{-1} \sqrt{D}}{\cosh^{-1}(\frac{1}{k})}$$

n	N(s)	D(S)	ω_c
1	1.96	(s+1.96)	1
2	0.98	(s ² +1.09s+1.10)	1.12
3	0.49	(s+0.49)(s ² +0.49s+0.99)	1.09
4	0.25	(s ² +0.67s+0.28)(s ² +0.27s+0.99)	1.05
5	0.12	(s+0.29)(s ² +0.47s+0.43)(s ² +0.18s+0.99)	1.02
6	0.061	(s ² +0.12s+0.99)(s ² +0.34s+0.55)(s ² +0.46s+0.13)	1.023
7	0.03	(s+0.2)(s ² +0.09s+0.99)(s ² +0.25s+0.65)(s ² +0.37s+0.23)	1.013
8	0.015	(s ² +0.07s+0.99)(s ² +0.19+0.72)(s ² +0.29s+0.24)	1.013
9	0.0076	(s+0.16)(s ² +0.05s+0.99)(s ² +0.16+0.78)(s ² +0.25s+0.44)	1.01
10	0.0038	(s ² +0.04s+0.99)(s ² +0.13s+0.81)(s ² +0.2s+0.52)	1.008
		(s ² +0.25s+0.22)(s ² +0.28+0.04)	

Polinomio de Chebychev de 1 dB de rizado

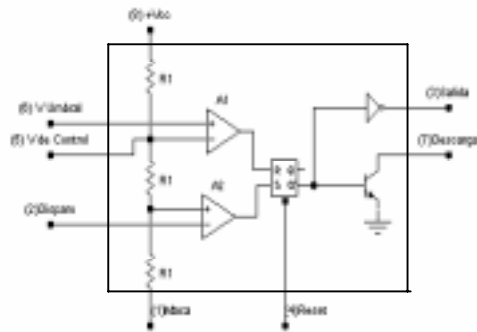


Figura 3. Esquema a bloques del 555

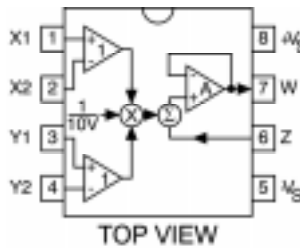
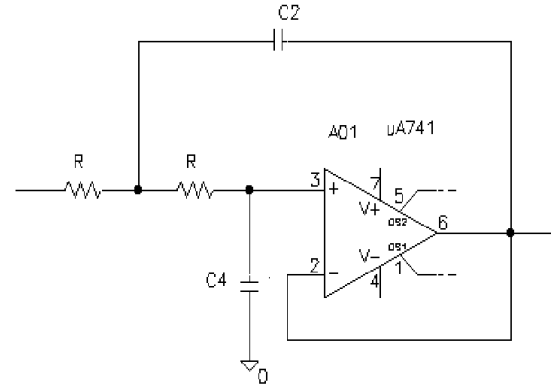


Figura 4. Multiplicador analógico AD633JN

$$A_0 = 1; \omega_0 = \frac{1}{R\sqrt{C_2C_4}}; Q = \frac{1}{2\sqrt{\frac{C_4}{C_2}}}$$



NOTA: Utilícese para todos los apartados valores normalizados de resistencias y condensadores.

(60 min.)

Tercer ejercicio

Se desea eliminar de una señal muestreada cualquier residuo que pudiera contener del rizado de la tensión de alimentación, que tiene una frecuencia de 100Hz. Para ello se ha pensado en utilizar un filtro de Butterworth rechazabanda digital de tipo IIR. La frecuencia de muestreo del sistema es de 10kHz y las frecuencias superior e inferior de la banda pasante son $f_{d2} = 95.1\text{Hz}$ y $f_{d3} = 105.1\text{Hz}$. El resto de parámetros del filtro son selectividad del filtro 1/10, $A_{max} = 3\text{dB}$ y $A_{min} = 20\text{dB}$. Diseñar el filtro digital.

$$D = \frac{10^{0.1A_{min}} - 1}{10^{0.1A_{max}} - 1} \quad n \geq \frac{\log_{10} D}{2 \log_{10} \frac{1}{k}} \quad \omega_{ai} = \frac{2}{T} \tan \frac{\omega_{di} T}{2} \quad \frac{1}{as+1} \rightarrow \frac{s^2+1}{s^2+\frac{a}{Q}s+1}$$

$$G(s) = \frac{as^2+1}{as^2+bs+1} \quad \left| \begin{array}{l} G(z) = \frac{b_0 + 2b_1z^{-1} + b_0z^{-2}}{a_0 + a_1z^{-1} + a_2z^{-2}} \\ a_0 = 1 + \frac{4a}{T^2} + \frac{2b}{T}; \quad a_1 = 2 - \frac{8a}{T^2}; \quad a_2 = 1 + \frac{4a}{T^2} - \frac{2b}{T} \\ b_0 = 1 + \frac{4a}{T^2}; \quad b_1 = 1 - \frac{4a}{T^2} \end{array} \right.$$

Polinomios de Butterworth	
1	(s+1)
2	(s ² +1,4142s+1)

(50 min)

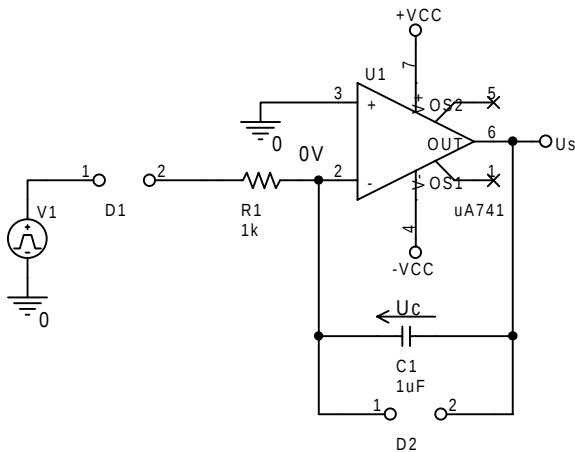


RESOLUCIÓN**PRIMER PROBLEMA**

El amplificador operacional (A.O.) del circuito se halla realimentado negativamente a través del condensador C_1 . Por tanto, mientras la salida del A.O. no se sature, sus dos entradas permanecerán a la misma tensión. En este caso, puesto que la entrada no inversora está conectada a masa, $U^+ = U^- = 0V$. En estas condiciones, la tensión de salida será siempre igual a la tensión en el condensador C_1 , u_c . Debido a la presencia de D_1 , C_1 sólo se podrá cargar positivamente: $u_c > 0$. Por otro lado, u_c no podrá superar nunca la tensión zéner de D_2 , ya que este diodo entraría en zona zéner y drenaría la carga de C_1 . Las tres situaciones posibles tienen los siguientes circuitos equivalentes:

 $V_1 \geq 0V$

En este caso D_1 se encuentra inversamente polarizado (o sin polarizar en absoluto) y no conduce. También D_2 se encuentra inversamente polarizado por la tensión u_c y no conduce. Al ser ideal, tampoco circula ninguna corriente por la entrada inversora del A.O.. Por tanto, $i_c = 0A$.



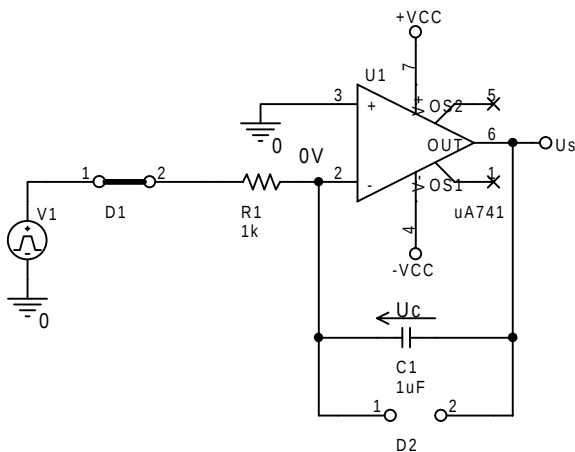
$$i_c = 0A$$

$$\Delta u_c = \frac{1}{C_1} \int_{t_1}^{t_2} i_c dt = 0 \Rightarrow \Delta u_s = 0V$$

Es decir, la tensión de salida permanece constante.

 $V_1 < 0V \wedge u_c < V_z = 4,7V$

En esta situación D_1 queda directamente polarizado y conduce. D_2 sigue polarizado inversamente y puesto que $u_c < V_z$ no conduce. El circuito equivalente resultante es:



$$i_c = -\frac{V_1}{R_1}$$

$$\Delta u_c = \frac{1}{C_1} \int_{t_1}^{t_2} i_c dt = -\frac{V_1}{R_1 C_1} \Delta t$$

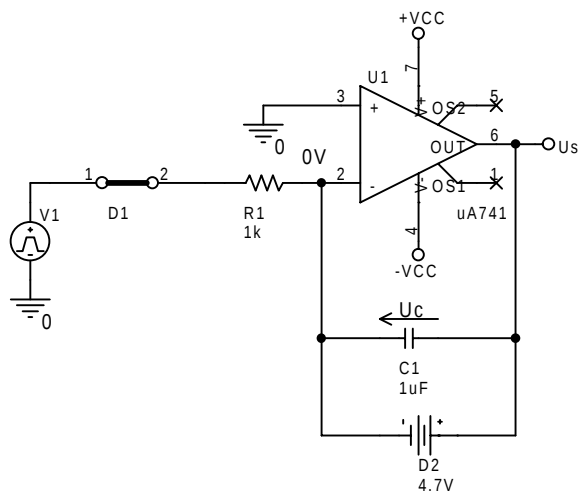
Es decir, que u_s evolucionará como una recta de pendiente 4000V/s. En cada ciclo, la tensión se incrementará:

$$\Delta u_c = -\frac{-4V}{1k\Omega \times 1\mu F} \times 0,25ms = 1V \Rightarrow \Delta u_s = 1V$$



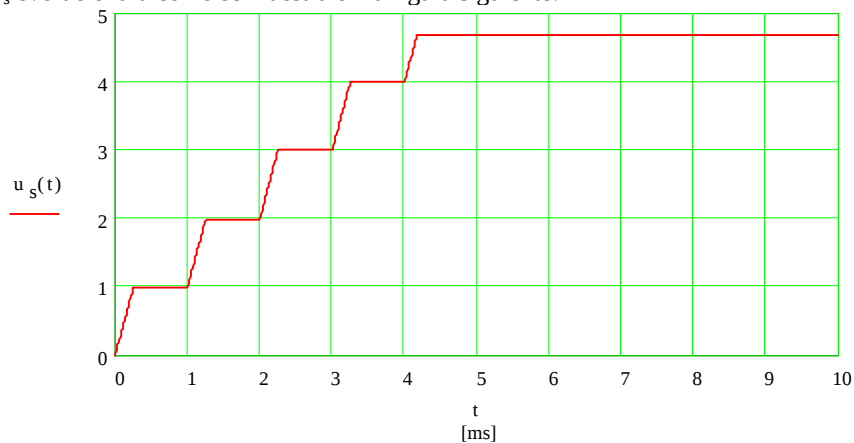
$$V_1 < 0V \wedge u_c = V_z = 4,7V$$

D_1 queda directamente polarizado igual que en el caso anterior, pero ahora D_2 también conduce al entrar en zona zéner. Puesto que D_2 mantiene u_c constante, el condensador no adquiere más carga y toda la corriente que circula a través de R_1 se desvía a través de D_2 .



La tensión de salida permanecerá constante: $u_s = V_z = 4,7V$.

La tensión de salida u_s evolucionará como se muestra en la figura siguiente:

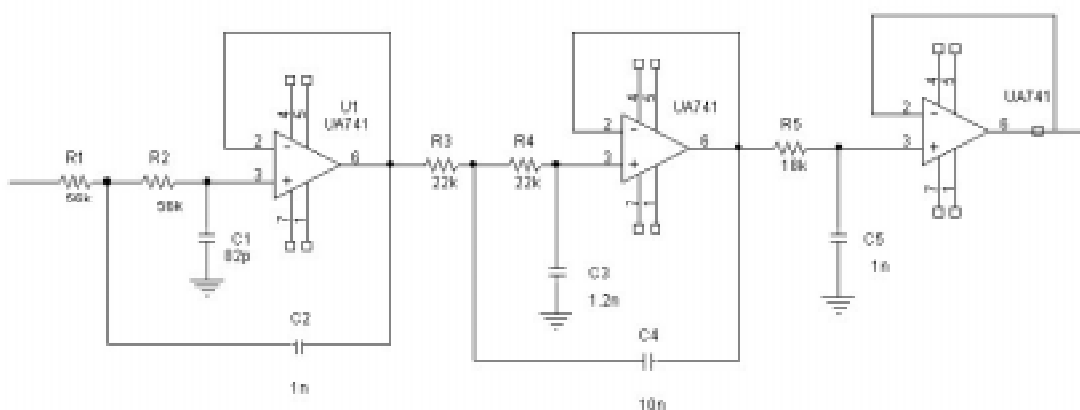


SEGUNDO PROBLEMA

1.

$$n = 4.6 \Rightarrow 5$$

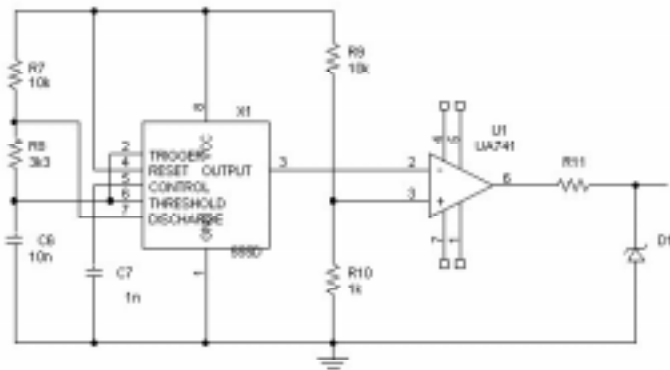
$$A_v(s) = \frac{1}{\left(\left(\frac{s}{18739} \right)^2 + \frac{1}{5.55} \left(\frac{s}{18739} \right) + 1 \right) \left(\left(\frac{s}{12350} \right)^2 + \frac{1}{1.39} \left(\frac{s}{12350} \right) + 1 \right) \left(\left(\frac{s}{5457} \right) + 1 \right)}$$



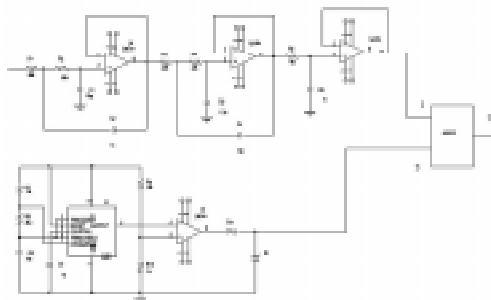
2.

$$t_1 = \frac{1}{AB} = 50\mu s; T = \frac{1}{8000} = 125\mu s$$

$$(R_A + R_B)C \ln 2 = 75\mu s; R_B C \ln 2 = 50\mu s$$



3.



TERCER PROBLEMA

$$\omega_{a2} = \frac{2}{10^{-4} \text{ s}} \operatorname{tg} \left(\frac{2\pi \times 95,1 \text{ Hz} \times 10^{-4} \text{ s}}{2} \right) = 597,71 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega_{a3} = \frac{2}{10^{-4} \text{ s}} \operatorname{tg} \left(\frac{2\pi \times 105,1 \text{ Hz} \times 10^{-4} \text{ s}}{2} \right) = 660,60 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$\omega_{a0} = \sqrt{\omega_{a2} \cdot \omega_{a3}} = 628,37 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$D = \frac{10^{0,1 \times A_{\min}} - 1}{10^{0,1 \times A_{\max}} - 1} = 99,471$$

$$n \geq \frac{\log \sqrt{D}}{\log \sqrt{1/k}} \quad n = 1$$

$$Q = \frac{\omega_{a0}}{\omega_{a3} - \omega_{a2}} = 9,991$$

$$G_{PB}(s_n) = \frac{1}{s_n + 1} \Rightarrow G_{RB}(s_n) = \frac{s_n^2 + 1}{s_n^2 + \frac{1}{9,991} s_n + 1} \Rightarrow G_{RB}(s) = \frac{\left(\frac{s}{\omega_{a0}}\right)^2 + 1}{\left(\frac{s}{\omega_{a0}}\right)^2 + \frac{1}{9,991} \left(\frac{s}{\omega_{a0}}\right) + 1}$$

$$G_{RB}(s) = \frac{2,533 \times 10^{-6} s^2 + 1}{2,533 \times 10^{-6} s^2 + 1,593 \times 10^{-4} s + 1}$$

$$G_{RB}(z) = \frac{1,014 \times 10^3 - 2,024 \times 10^3 z^{-1} + 1,014 \times 10^3 z^{-2}}{1,017 \times 10^3 - 2,024 \times 10^3 z^{-1} + 1,011 \times 10^3 z^{-2}}$$

