



Ejercicios Prácticos: Amplificador Operacional

Elementos disponibles para todos los diseños salvo indicación contraria, expresa o tácita:

- a) Fuente de alimentación con sendas salidas de +15V y -15V con referencia común
- b) Transistores bipolares tipo 1: $\beta=300$, $I_{C\text{ MAX}}=0.5\text{A}$, $P_{\text{MAX}}=1\text{W}$, $V_{\text{CE SAT}}=0.2\text{V}$, $V_{\text{BE}}=0.7\text{V}$
- c) Transistores bipolares tipo 2: $\beta=100$, $I_{C\text{ MAX}}=3\text{A}$, $P_{\text{MAX}}=20\text{W}$, $V_{\text{CE SAT}}=0.4\text{V}$, $V_{\text{BE}}=1\text{V}$
- d) Diodos Zener: $P_{\text{MAX}}=2\text{W}$, V_Z en el rango 3-75V
- e) Diodos LED: $I_{\text{F MIN}}=5\text{mA}$, $I_{\text{F MAX}}=40\text{mA}$, $V_F=2\text{V}$
- f) JFET (N y P): $R_{\text{DS}}=100\Omega$ ($V_{\text{GS}}=0$), $I_{\text{DSS}}=30\text{mA}$, $|V_P|=2\text{V}$
- g) AO: $R_i=100\text{M}\Omega$, $(I_O)_{\text{MAX}}=\pm 20\text{mA}$, $V_{\text{CC MAX}}=\pm 20\text{V}$, $(V_O)_{\text{MAX}}=\pm ||V_{\text{CC}}|-1\text{V}|$

1. Representación de las dos etapas básicas de AO (inversora y no inversora), con impedancias genéricas, mediante el diagrama de bloques de un servosistema.

2. Para la amplificación de una señal de video, con una anchura de banda típica de 10MHz, se dispone de AOs específicos de banda ancha con las siguientes características: a) Factor de "slew rate", 200V/ μs ; b) Producto Ganancia•Anchura de banda, 100MHz; c) Resistencia de entrada, 100k Ω .

Si la amplitud máxima de la señal de entrada es de 0.1V, construir la correspondiente configuración amplificadora para una amplitud máxima de salida sin distorsión y una resistencia mínima de entrada de 10k Ω .

3. En una etapa inversora de AO de ganancia unidad, excitada con señal sinusoidal de 5V de amplitud, determinar el valor aproximado de la tensión en la entrada inversora a las frecuencias de 10 y 100kHz. Se utiliza un AO con las siguientes características: $\text{SR}=0.5\text{V}/\mu\text{s}$, $k_0=10^5$, $f_0=10\text{Hz}$.

4. Construir un sistema electrónico para la conversión D/A, con una señal de entrada de 8 bits y niveles 0-5V y una tensión analógica de salida entre 0 y 10V. Posibles limitaciones del sistema y modo de resolverlas.

5. Para la medida de resistencias con valor máximo de 10k Ω , se dispone de un amperímetro con escala única de 10mA y resistencia interna de 20 Ω . Realizar el correspondiente sistema electrónico.

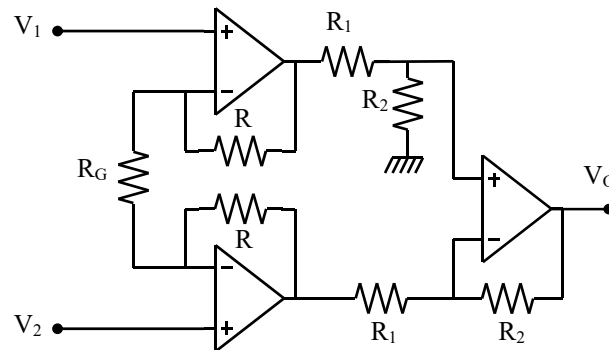
6. Se dispone de un amperímetro analógico con escala única de 100mA y resistencia interna de 20 Ω . Realizar un sistema para la medida de tensiones cuasi continuas hasta 100V.

7. Por una línea conductora circula una corriente cuasi continua entre 0 y 10mA. Construir un

sistema electrónico para la medida eficiente de esa corriente mediante un amperímetro con escala única de 1A, supuesto ideal.

8. Determinar las tensiones de entrada en modo común del amplificador diferencial con AO, supuestas flotantes. Particularizar a los siguientes tipos de etapa e interpretar los resultados correspondientes: fuertemente amplificadora, de ganancia unidad y fuertemente atenuadora.

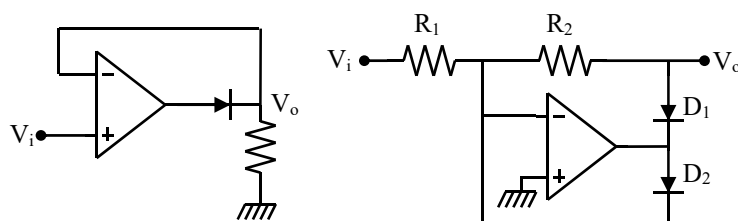
9. Determinar la ganancia de la estructura amplificadora diferencial de la figura. Inferir alguna de sus ventajas.



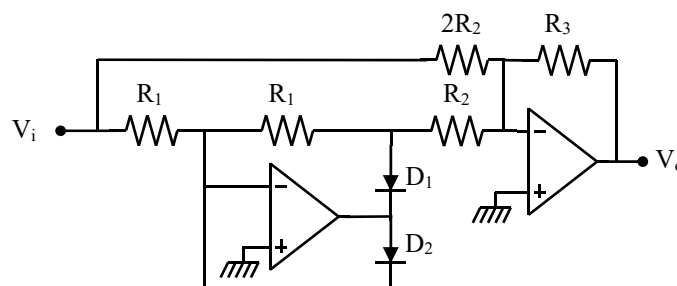
10. Se dispone de un conjunto de tensiones lentamente variables procedentes de sensores. Construir un sistema electrónico de indicación visual cuando alguna de esas tensiones presente un crecimiento superior a 1V/s. Se dispone de AOs con $R_i=1M\Omega$.

11. Construir los correspondientes sistemas electrónicos para la transducción a tensión de las siguientes magnitudes: a) Corriente alterna, a partir de un transformador de intensidad; b) Iluminación, a partir de un fotodiodo; c) Temperatura, a partir de una resistencia NTC.

12. Analizar la operación de los circuitos de las figuras como rectificadores de media onda de precisión. Ventajas y limitaciones de cada uno de ellos.



13. Analizar la operación del circuito de la figura como rectificador de doble onda de precisión.



14. Construir sendos circuitos para la detección precisa de las tensiones máxima y mínima de un conjunto. Cuestiones adicionales: a) Deben incluirse indicaciones visuales que permitan inferir cuáles de esas tensiones son la máxima y la mínima del conjunto y, además, si cada una de estas se ubica en un intervalo (V_A, V_B); b) En correspondencia con cada una de las tensiones de entrada, existe un determinado actuador cuya activación requiere una tensión del orden de 15V y con una demanda de corriente estimada en 100mA, de modo que, en cada momento, solo debe activarse el asociado a la tensión máxima.

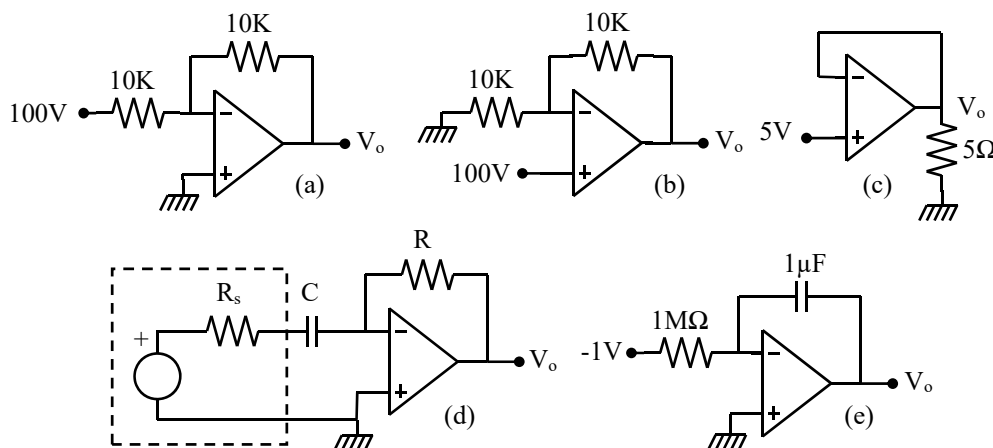
15. Construir el circuito para el control y excitación de un relé.

16. A partir de un conjunto de tres señales analógicas se controla la activación de otros tantos actuadores mediante contactos de relé, de modo que, en cada instante, solo debe activarse aquel cuya señal asociada es la de valor intermedio. Construir el correspondiente sistema electrónico.

17. Construir un circuito para la detección precisa de la tensión de pico de una onda. Analizar la incidencia de la corriente máxima de salida, del factor de "slew-rate" y de la corriente de polarización de entrada del AO. Extender la configuración a un sistema de muestreo-retención (*sample and hold*).

18. Se desea realizar la medida automática del valor eficaz real de señales cuya amplitud puede ser de hasta 14V y de alguno de los siguientes tipos: sinusoidal pura o rectificada positiva en media o doble onda. Para ello, se dispone de un voltímetro de continua con escala de 10V y resistencia interna de 100k Ω . Construir el correspondiente sistema electrónico.

19. Analizar la problemática y resolución de las siguientes etapas:



a) Etapa inversora, con sobretensión de entrada (figura a). Condiciones de operación y modo de protección.

b) Etapa no inversora, con sobretensión de entrada (figura b). Condiciones de operación y modo de protección.

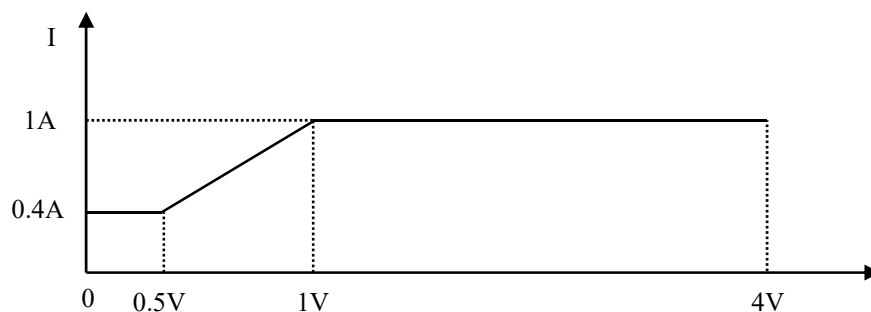
c) Seguidor de tensión con carga baja (figura c). Condiciones de operación y modo de asegurar la linealidad de operación.

- d) Etapa derivadora excitada con señal real de tensión (figura d). Adaptación de impedancias en la conexión de la señal de entrada.
- e) Etapa integradora (figura e). Condiciones de operación en el tiempo. Inicialización del integrador.

20. Parámetros característicos de no idealidad del amplificador operacional asociados a la etapa diferencial de entrada: corriente de polarización de entrada (I_B), tensión offset de entrada (V_{os}) y factor de rechazo en modo común (CMRR): a) Efectos respectivos en las siguientes etapas lineales: amplificadoras básicas (inversora y no inversora), diferencial, derivadora e integradora; b) En su caso, modo de minimizarlos; c) Determinación experimental.

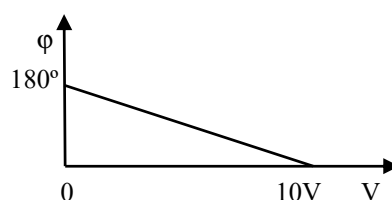
21. Para la medida de una tensión continua, con valor máximo de 100V, se dispone de un voltímetro analógico con escala única de 1V y resistencia interna de 50k Ω . Construir un sistema electrónico para la medida automática de esa tensión en escalas de 1, 10 y 100V, incluyendo indicación visual de la escala utilizada.

22. Construir un generador de corriente continua I , dependiente de una tensión de control V_c , tal como se indica en la figura, con las siguientes especificaciones: a) La tensión V_c , con valores entre 0 y 4V, puede suministrar una corriente máxima de 2mA; b) La carga, resistiva y con un valor máximo de 7 Ω , debe conectarse a masa.

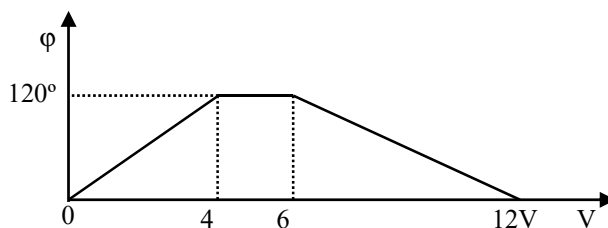


23. Mediante un sistema integrador-comparador, plantear la estructura electrónica básica para una conversión lineal tensión-tiempo.

24. Construir una señal de tensión en rampa sincronizada de forma precisa con ambos semiciclos de la red monofásica de suministro eléctrico. A partir de ella, generar una tensión de disparo con un ángulo ϕ dependiente de una señal de control V , lentamente variable, tal como se indica en la figura. Determinar la incidencia de los siguientes parámetros característicos del AO: $I_B = 100\text{nA}$, $V_{os} = 1\text{mV}$.



25. A partir de una señal analógica lentamente variable, V , con valores entre 0 y 12V y capaz de suministrar una corriente máxima de 1mA, se debe controlar el ángulo ϕ de disparo de un componente de conmutación de potencia, con la dependencia indicada en la figura. Construir el correspondiente sistema electrónico.



26. Se dispone de una tensión lentamente variable procedente de un sensor, con valores entre 0 y 10V. Construir un sistema electrónico para la activación de algún actuador en el intervalo de tiempo comprendido desde que transcurren 10s una vez que dicha tensión supera los 7V y hasta que la misma se hace inferior a 3V.

27. Se dispone de una onda sinusoidal de tensión con frecuencia, amplitud y valor medio indeterminados; no obstante, la frecuencia se encuentra en el rango 0.1-1kHz y el conjunto de la onda se localiza en la banda unipolar de 0-10V. Para la determinación de las características de la onda se requiere la captura de los valores medio, máximo y mínimo de tensión, así como del periodo, a través de una tensión en voltios igual al valor del periodo en ms. Construir el correspondiente sistema electrónico.

28. Para la supervisión y control digital de temperatura se precisa realizar una conversión lineal de esta magnitud en frecuencia de una onda de salida. Para ello, se dispone de una resistencia NTC cuya respuesta en el rango de trabajo (20°C - 120°C) puede aproximarse por lineal y con valores en los extremos de $1\text{k}\Omega$ y 100Ω . La dependencia lineal frecuencia-temperatura debe ser creciente, con una pendiente de $0.07\text{kHz}/^\circ\text{C}$ y un valor de 10kHz en correspondencia con la temperatura máxima. Construir el correspondiente sistema electrónico para los dos siguientes tipos de onda de salida: a) Tren de pulsos de 5V de amplitud y $5\mu\text{s}$ de anchura; b) Onda cuadrada de niveles 0-10V.

29. Las características de lazo abierto de un determinado amplificador operacional de banda ancha, no compensado internamente, son las siguientes: ganancia, 100dBs; frecuencias de corte, 10kHz, 1MHz y 100MHz. Determinar la ganancia mínima de las etapas amplificadoras básicas (inversora y no inversora) construidas con ese amplificador para asegurar la imprescindible estabilidad absoluta de las mismas. Extraer las conclusiones pertinentes.