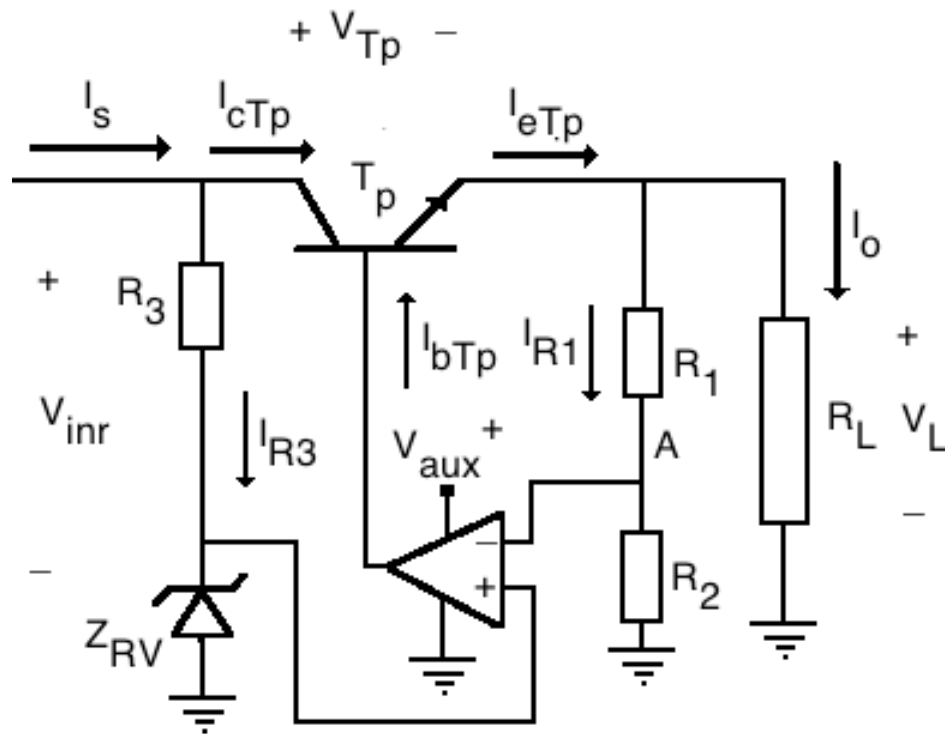


Consideraciones sobre el diseño de fuentes reguladas serie con Amplificador operacional.



En esta configuración se cumple:

$$V_o = V_{inr} - V_{Tp}$$

$$I_s = I_{cTp} + I_{R3}$$

$$I_{eTp} = \beta I_{bTp} = I_{cTp} + I_{bTp} \approx I_{cTp}$$

$$I_{eTp} = I_{R1} + I_0$$

$$I_{R1} = I_{R2}$$

Por tierra virtual:

$$I_{R1} = I_{R2}$$

$$V_A = V_Z$$

$$V_A = V_Z$$

$$V_L = V_A + I_{R1}R_1$$

$$V_A = V_o \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

El punto de partida lógico para el diseño son los datos en el lado de la carga:

$$I_{o\min} \leq I_o \leq I_{o\max} \text{ y } V_o.$$

También es necesario conocer el rango de voltajes de alimentación disponibles.

$$V_{inr\min} \leq V_{inr} \leq V_{inr\max}$$

Usualmente se asume que la fuente de alimentación de entrada es una fuente de voltaje ideal.

La primera comprobación necesaria es de terminar si se cumple que:

$$V_{inr\ min} > V_{Tpsat} + V_{oMax}$$

De lo contrario por supuesto no es posible realizar el diseño.

Si el diseño es posible, el siguiente paso es asumir un valor para el voltaje de Zener o, lo que es lo mismo, para el voltaje V_A del divisor de tensión R_1 - R_2 .

Como posible valor inicial para el tanteo se puede considerar:

$$V_A = \frac{V_o}{2}$$

Y buscar un Zener de ese valor.

Si se encuentra, se tiene la ventaja de que se reduce una incógnita adicional, ya que:

$$V_A = \frac{V_o}{2} \Rightarrow R_1 = R_2$$

Por supuesto encontrar un Zener del valor exacto deseado no es muy probable, por lo que en la práctica, si se sigue esta aproximación, se deberá seleccionar un Zener de un valor razonable, cercano $V_o/2$.

Si el valor de V_o es alto, puede ser necesario seleccionar un Zener de un valor significativamente menor a $V_o/2$, para minimizar la potencia disipada en el Zener.

Seleccionado el Zener, se debe determinar el valor de la resistencia R_1 , para lo cual hay que considerar los siguientes aspectos:

1.- Como I_{R1} es una corriente auxiliar para fijar la referencia de tensión, para maximizar la eficiencia del diseño idealmente debería cumplirse con: $I_{R1} \ll I_o$

2.- Si la fuente debe ser capaz de operar con corriente de carga variable y, en el peor caso, sin corriente de carga, es necesario que el valor de I_{R1} sea suficiente para mantener polarizado al transistor de paso en su zona activa.

Por lo tanto es razonable seleccionar $I_{R1} = I_{eTp\min}$, valor que cumple con la segunda condición y, además, casi siempre con la primera.

Fijado el valor de I_{R1} , se determina R_1 :

$$R_1 = \frac{V_o - V_z}{I_{R1}}$$

En el caso general, cuando $R_2 \neq R_1$, se debe calcular R_2 como:

$$R_2 = \frac{V_z}{I_{R1}}$$

Nota importante.

Obtener los valores exactos de estas dos resistencias es fundamental, dado que la tensión de salida está determinada por el valor del correspondiente divisor de tensión.

En la práctica por supuesto se debe diseñar con los valores estándar de resistencias, y, en general lo mas posible es que los valores arriba calculados, los "valores teóricos" no sean "valores estándar".

Si ese es el caso se debe seleccionar un par R_1 - R_2 formado por dos resistencias de valores estándar, cada una de las cuales menor al correspondiente valor teórico, y completar el divisor con un potenciómetro que complete el valor del divisor y permita ajustar exactamente el valor de salida.

La selección debe ser al valor mas cercano por debajo porque, si se selecciona un valor mayor al "teórico" calculado, la corriente I_{R_1} "práctica" no cumplirá con la condición de poder mantener al transistor de paso polarizado en la zona activa en ausencia de corriente de carga.

Nota importante: Dado que el divisor de tensión R_1 - R_2 es determinante en la definición de la tensión de salida es conveniente que sean seleccionadas resistencias de precisión, y que además se incluya un potenciómetro de ajuste fino para el ajuste exacto final.

Resistencia R_3 .

En primera aproximación, asumiendo totalmente constante el valor de V_z , la corriente I_{R3} es:

$$I_{R3} = \frac{V_{inr} - V_z}{R_3}$$

En el caso general la tensión de entrada tendrá un rango de valores posibles, de forma:

$$V_{inr \min} \leq V_{inr} \leq V_{inr \max}$$

Por lo que la corriente I_{R3} también cambiará en un rango de valores $I_{R3\min} \leq I_{R3} \leq I_{R3\max}$, dado por:

$$I_{R3\min} = \frac{V_{inr\min} - V_z}{R_3}$$

$$I_{R3\max} = \frac{V_{inr\max} - V_z}{R_3}$$

Para asegurar el buen funcionamiento del Zener, se debe cumplir que:

$$I_{R3\min} > I_{z\min}$$

$$I_{R3\max} < I_{z\max}$$

Donde:

$I_{z\min}$ es la corriente mínima que asegura operar dentro de la zona Zener.

$I_{z\max}$ es la corriente que produce la disipación de la potencia máxima nominal del Zener.

Por supuesto, dado que la resistencia dinámica del Zener es distinta de cero, la variación en la corriente I_{R3} producirá cambios en la tensión V_z .

Esta variación se puede evaluar como sigue:

$$V_{zMax} = V_{zmin} + \Delta I_z * r_{dz}$$

Donde V_{zmin} es la tensión del Zener evaluada para la corriente mínima seleccionada.

Conocido ΔV_z , se cumple que la variación del voltaje de salida debido a los cambios en la corriente del Zener es:

$$\Delta V_o = \Delta V_z$$

Si este valor es mayor al especificado, se puede intentar reducirlo modificando el valor de R_3 , o reemplazando la resistencia por una fuente de corriente.

Transistor de paso.

Tp debe ser capaz de conducir la corriente máxima de diseño, $I_{LMax} + I_{R1}$, cuando opera con la máxima tensión colector-emisor.

Si no se dispone de protección contra sobrecorriente:

$$V_{ceTpMax} = V_{inrMax} - V_o$$

Si se incluye protección de sobrecorriente:

$$V_{ceTpMax} = V_{inrMax}$$

Si existen varios transistores que cumplen con estas condiciones, se debe seleccionar el de mayor β , para limitar la cantidad de corriente de base que deberá ser entregada por el OPAM:

$$i_{bTpMax} = \frac{i_{eTpMax}}{\beta} = \frac{I_{oMax} + I_{R1}}{\beta}$$

Si la ganancia de corriente no es suficiente, esto es si la corriente i_{bTpMax} es superior a la corriente máxima que puede entregar el OPAM, se debe usar una configuración Darlington de dos o mas transistores hasta alcanzar la ganancia de corriente combinada requerida.

Polarización del OPAM.

La tensión de alimentación positiva mínima, $V_{cc\ min}^+$ debe permitir que la tensión de salida máximo del OPAM, cumpla con:

$$V_{outMax}^+ > V_o + V_{beTpMax}$$

incluso cuando la tensión de alimentación del sistema tenga su valor mínimo. Esto puede requerir disponer de una fuente auxiliar.