

Fuentes de alimentación lineales Segunda Parte

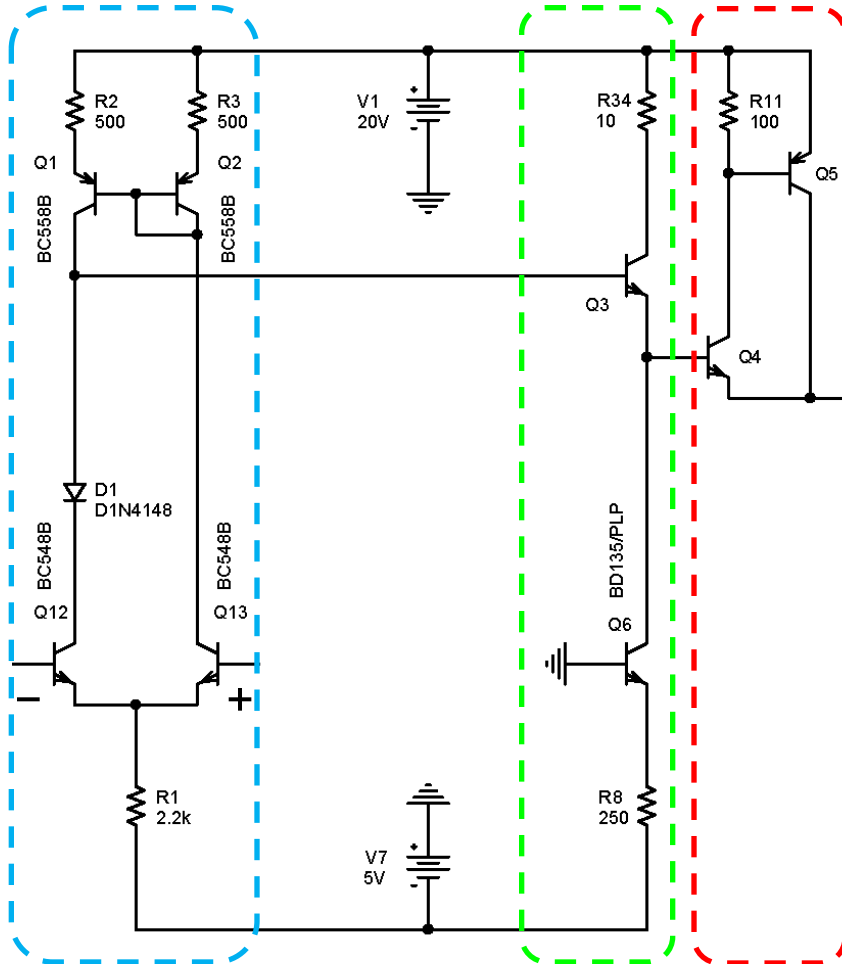
Aplicaciones

Hasta el momento se conoce cómo funciona un **regulador de tensión** con sus ***limitaciones de corriente***.

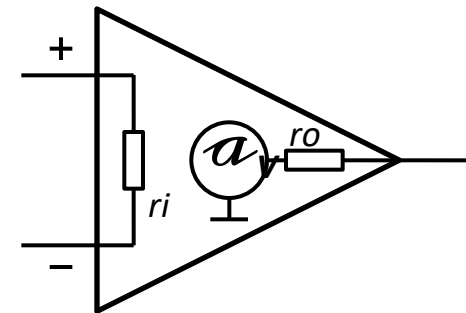
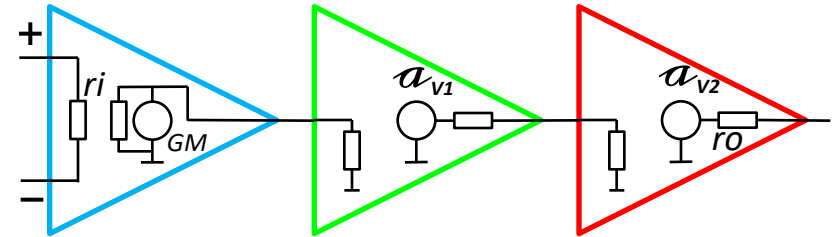
Para concluir el análisis de estos circuitos, a continuación se trata:

- 1) **Ejemplo de diseño.**
- 2) **Regulador de tensión integrado.**
- 3) **Reguladores Dropout.**
- 4) **Regulador Paralelo.**
- 5) **Regulador serie de tensión con limitación de corriente ajustable.**

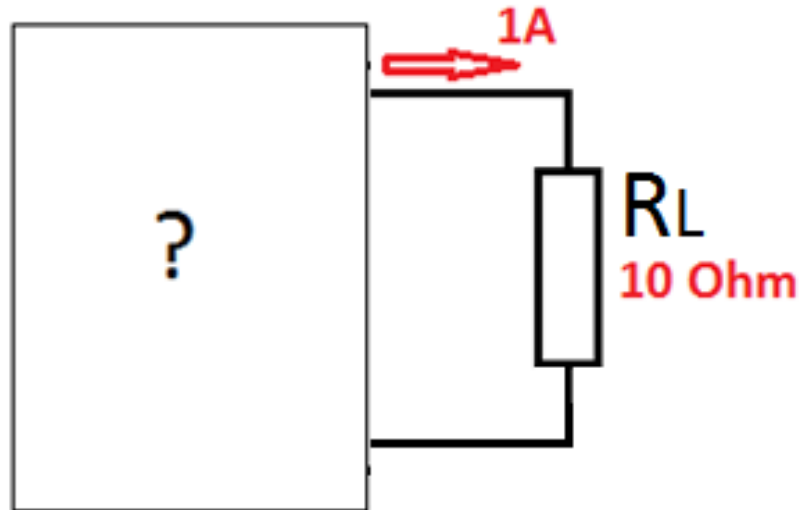
Las etapas de un regulador serie son similares a las de un amplificador:



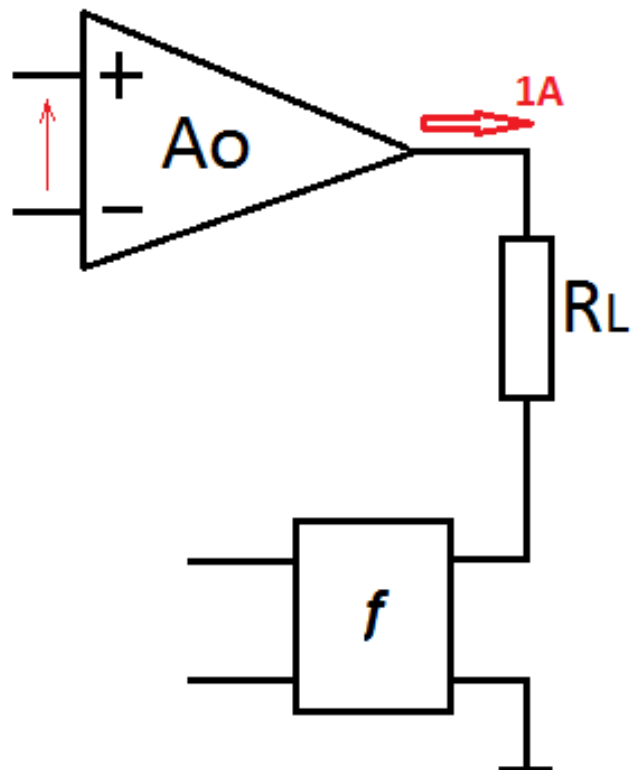
La diferencia reside en que la etapa de salida no permite excursión de señal, si no un valor de tensión continua.



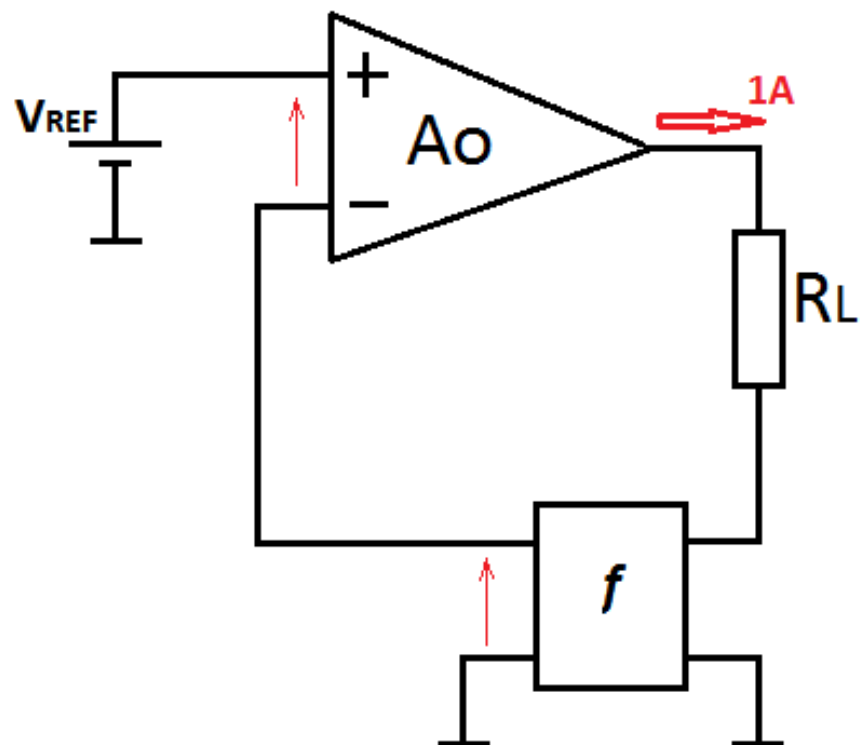
Ejemplo: Diseñar un circuito que entregue 1A constante sobre una carga de 10 Ohm.



1) Muestreo de la corriente ($A_o \gg 1$).

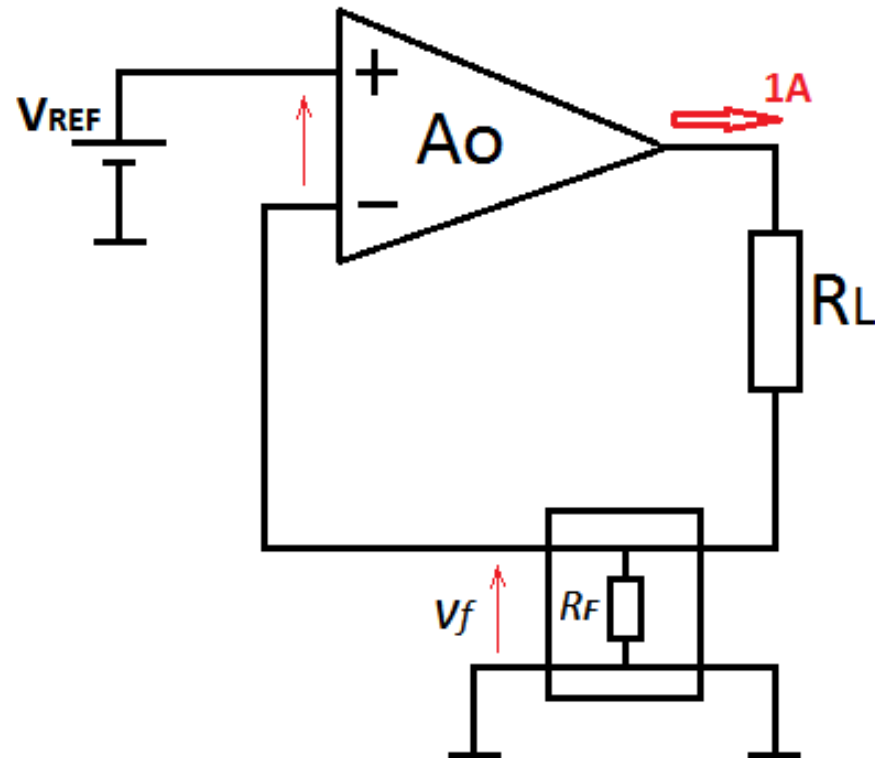


2) Se elige sumar tensión.

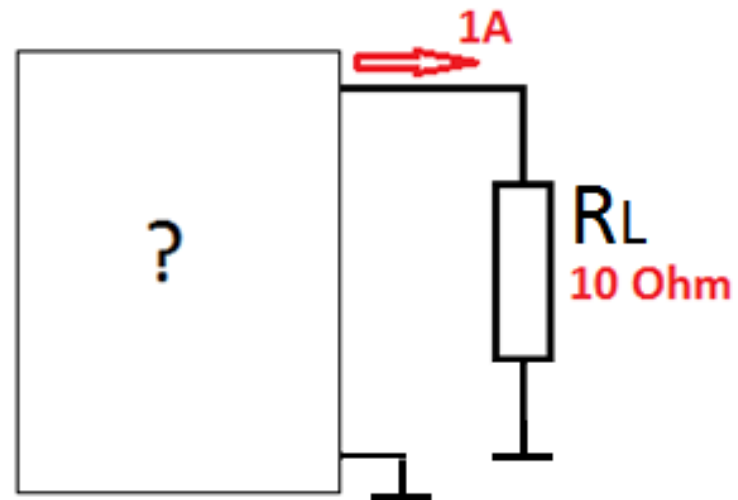


3) Muestreo sobre una R_F : $1A / V_{REF} = 1/R_F$

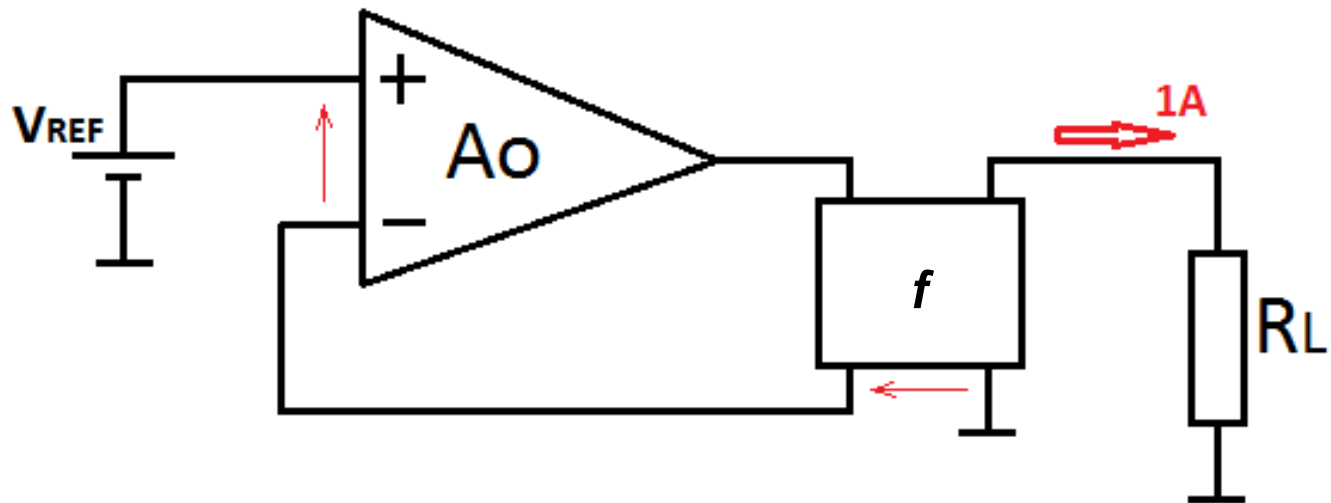
(observar que si $R_F = 1 \text{ Ohm}$, se pierde un 10% de la tensión en **f**)



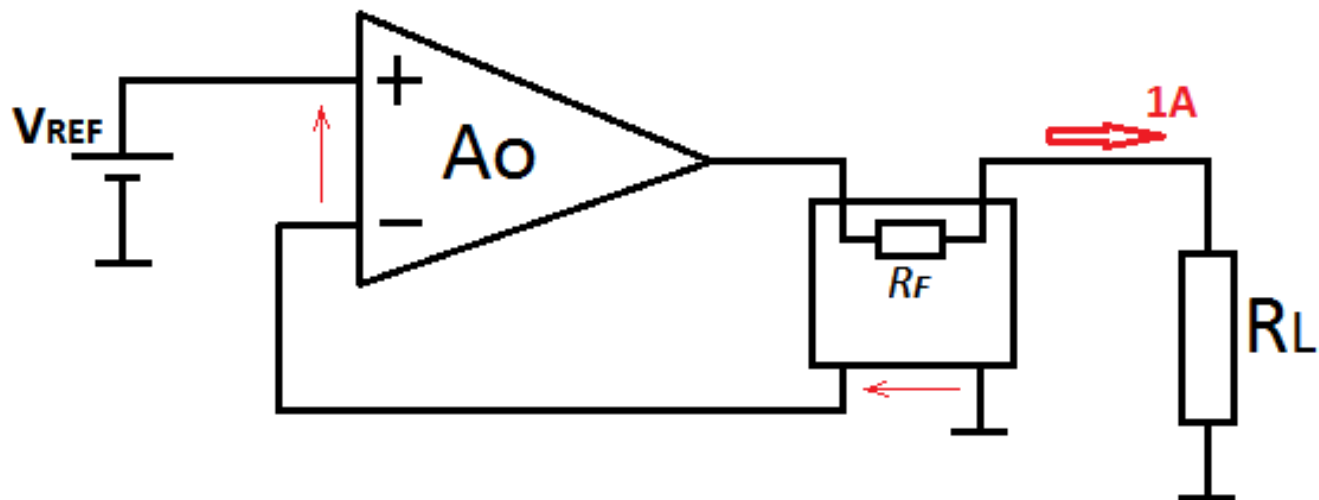
4) Pero la carga en general estará conectada a común.



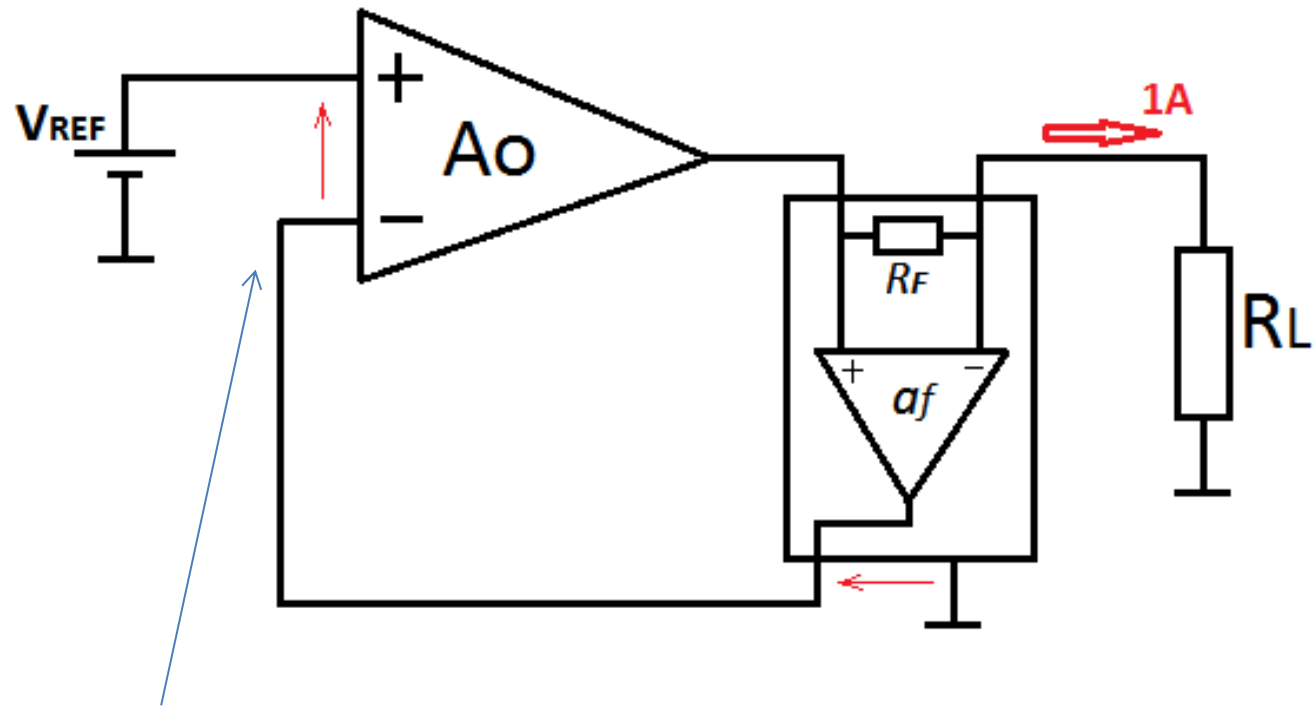
5) Se modifica la ubicación del realimentador.



6) ¿Cómo se lleva la información a la entrada?

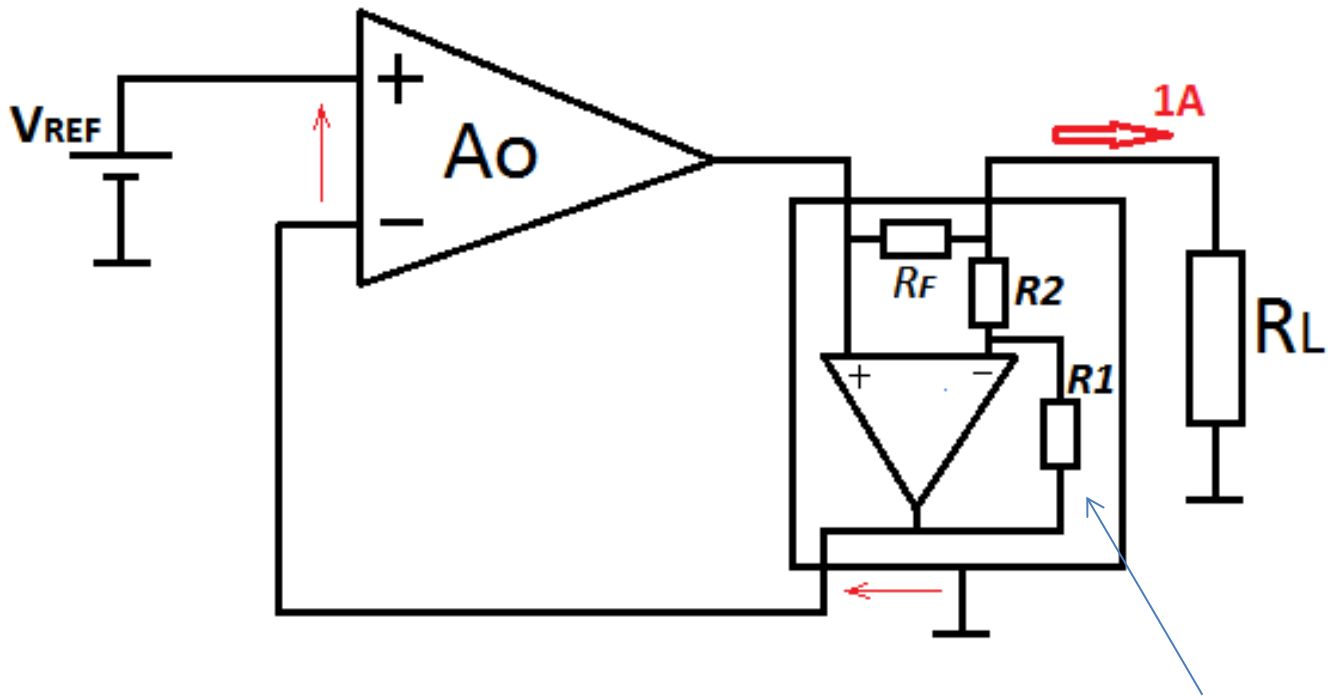


7) ***af*** amplifica la señal diferencial sobre R_F .



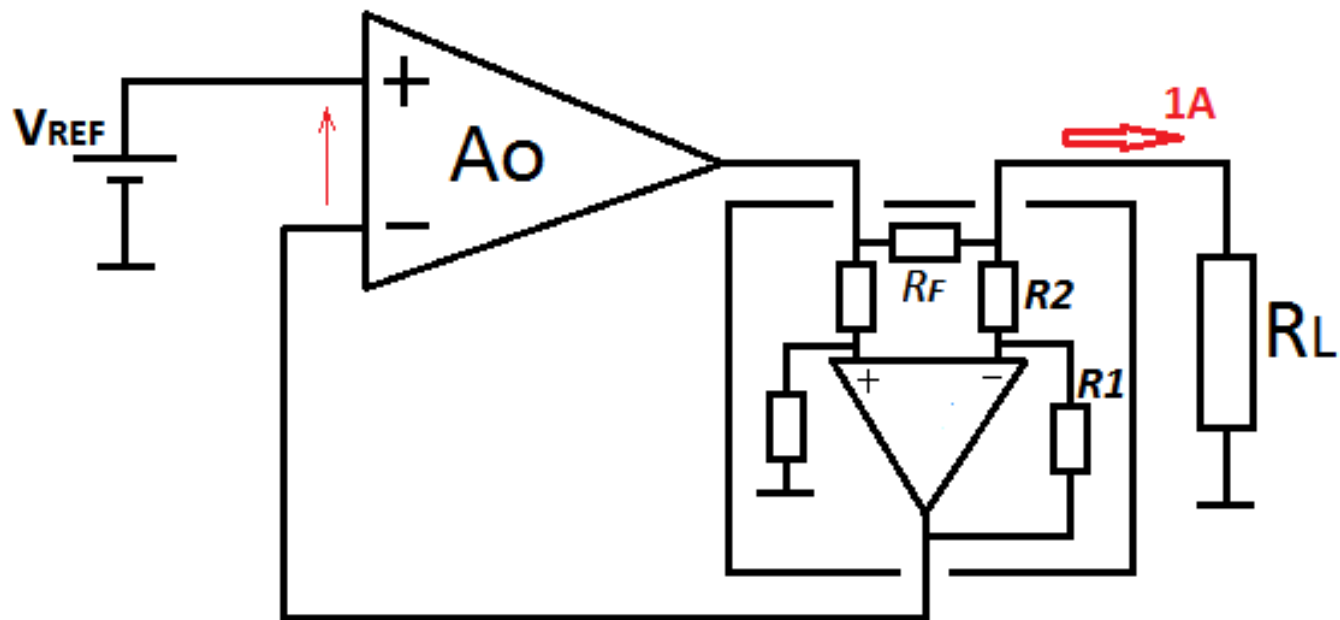
$$V_{REF} = I_L \cdot R_F \cdot af$$

8) Utilizando componentes reales: ¿Cómo se implementa ***a_f***?

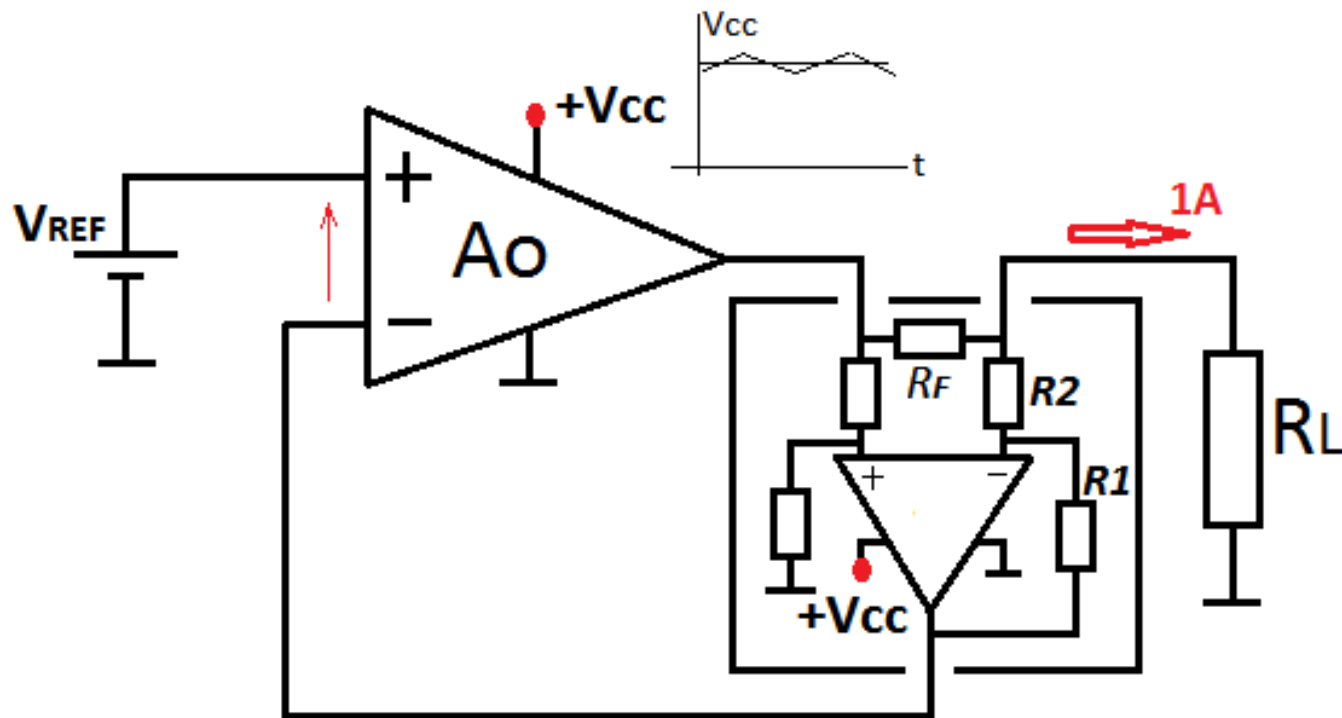


¿Qué problema tiene esta implementación?

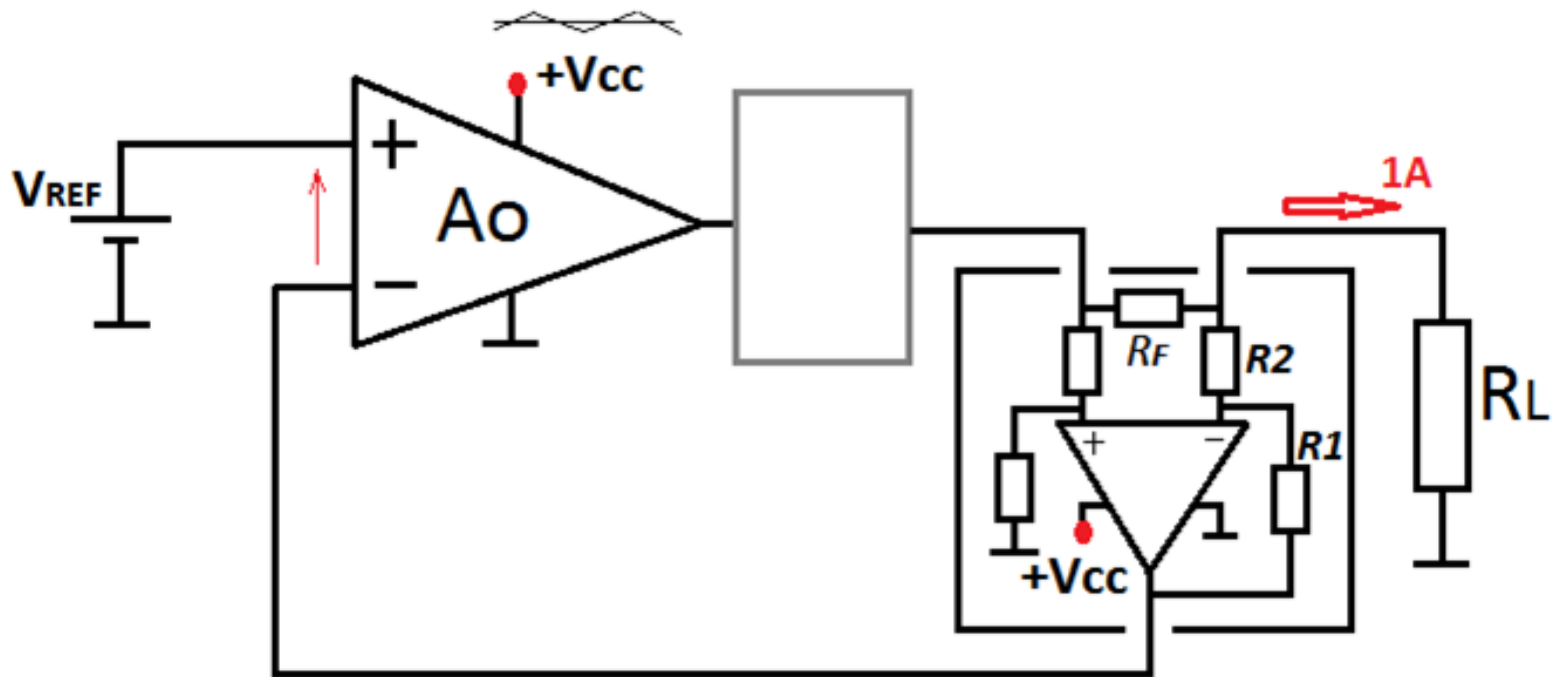
9) La solución es armar un AD.



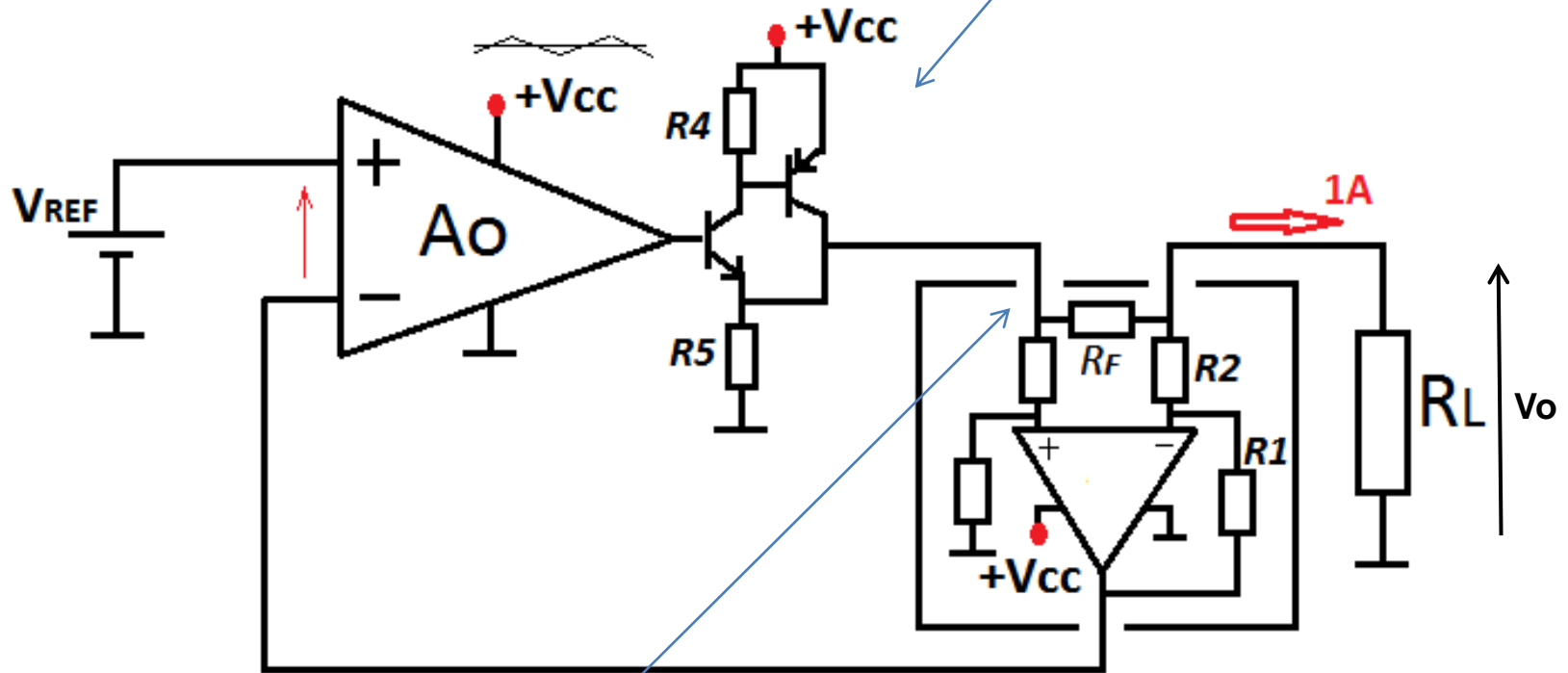
10) Por ahora, para polarizar los amplificadores, se tiene V_{cc} .



11) Un Ao real no puede entregar 1A. ¿Cómo se soluciona?

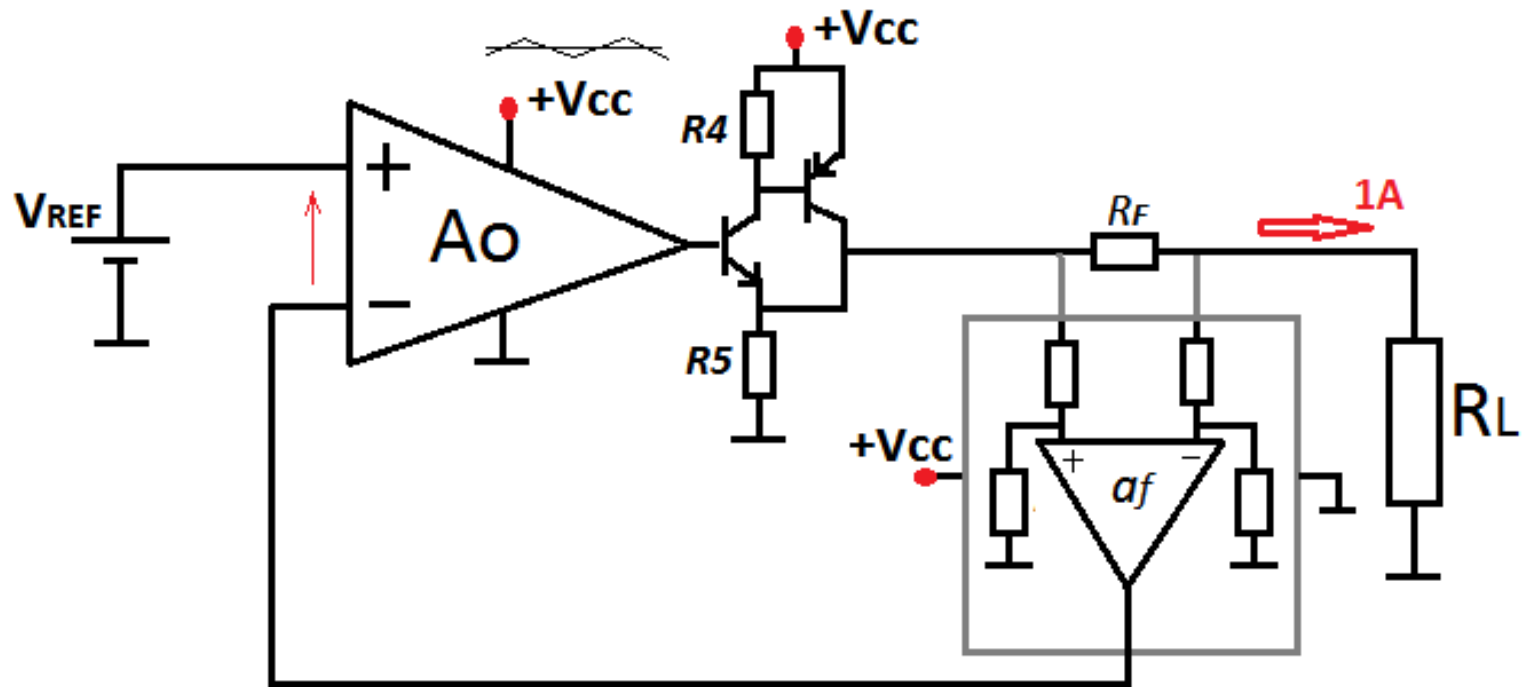


12) Existen varias formas de implementar un buffer (un darlington también es otra posibilidad)

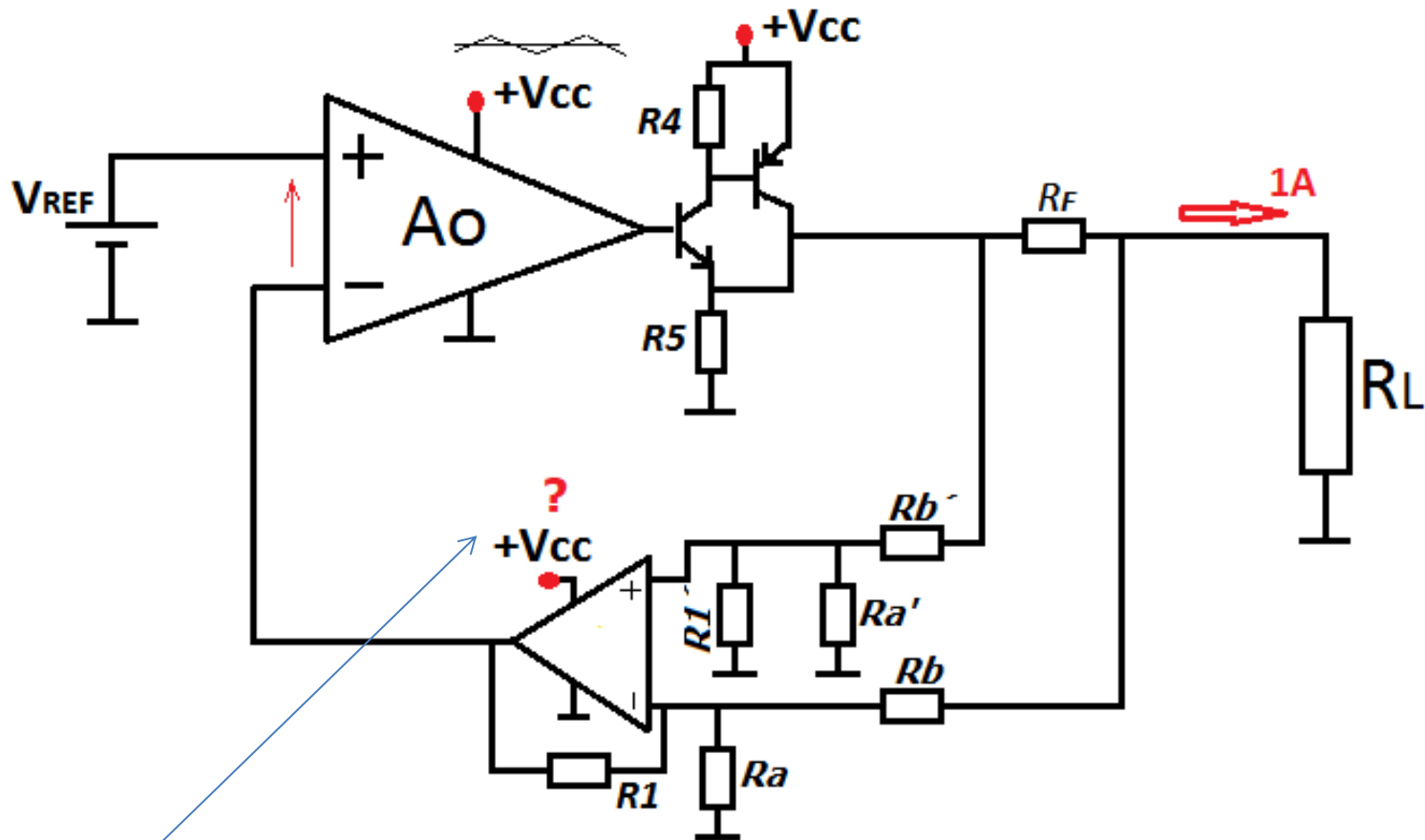


Si bien RRMC es elevado $V_{ic} \cong V_o$. ¿Cómo se soluciona?

13) Se utiliza un divisor en cada entrada del OPAMP.

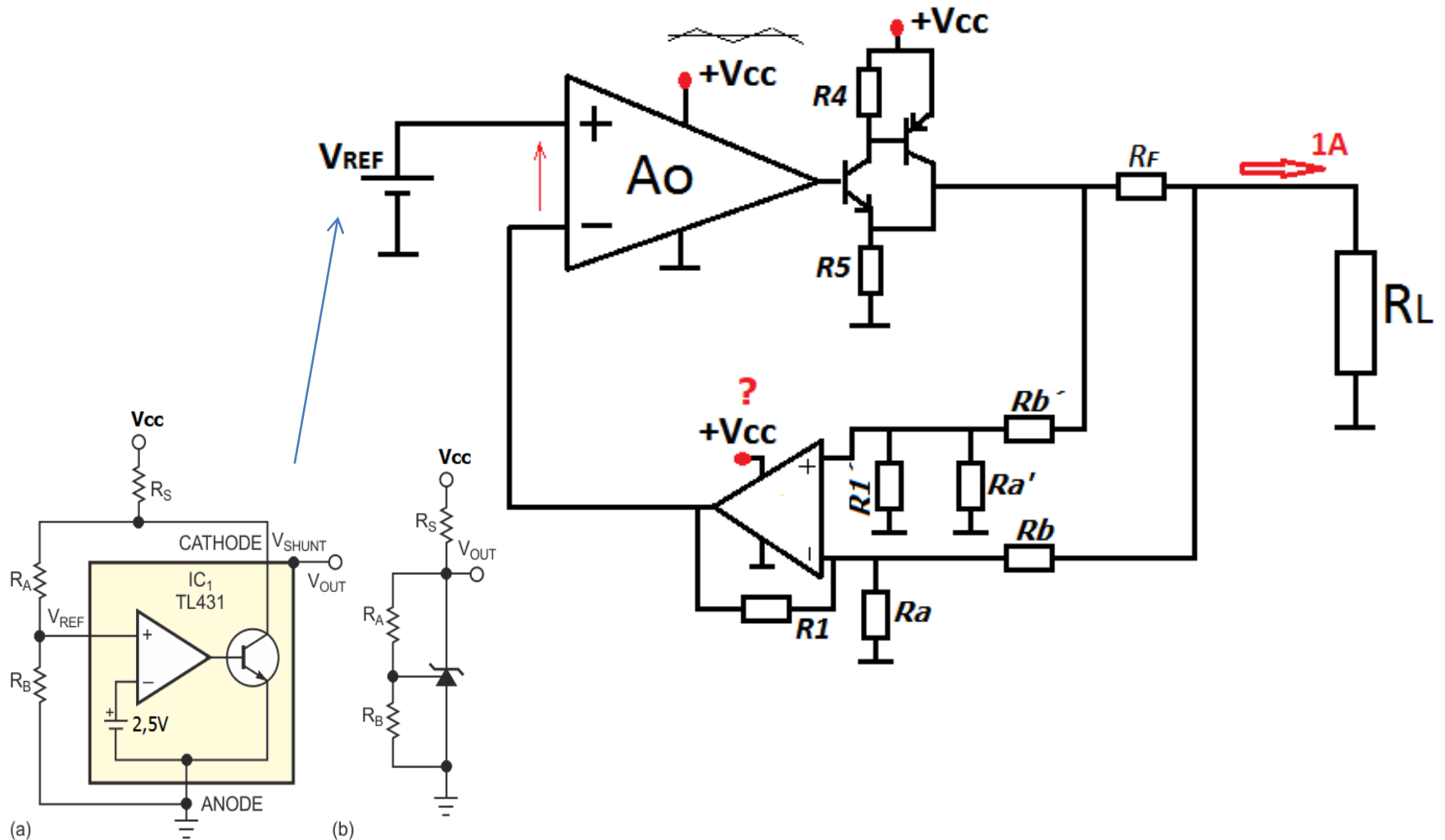


14) Se reacomoda el circuito teniendo en cuenta los equivalentes Thévenin del AD.

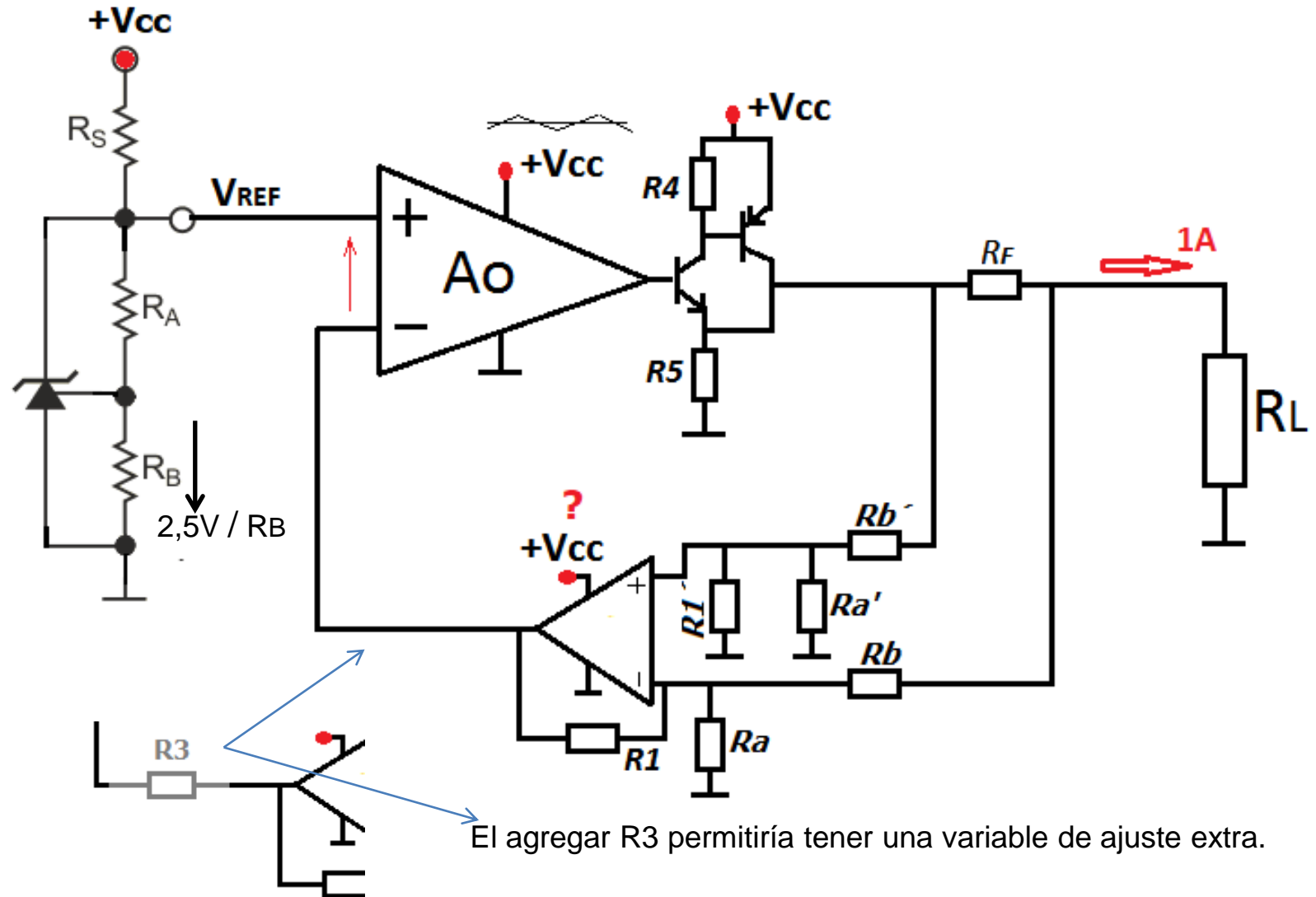


No resulta conveniente una fuente no regulada en el lazo.
¿De donde conviene alimentar?

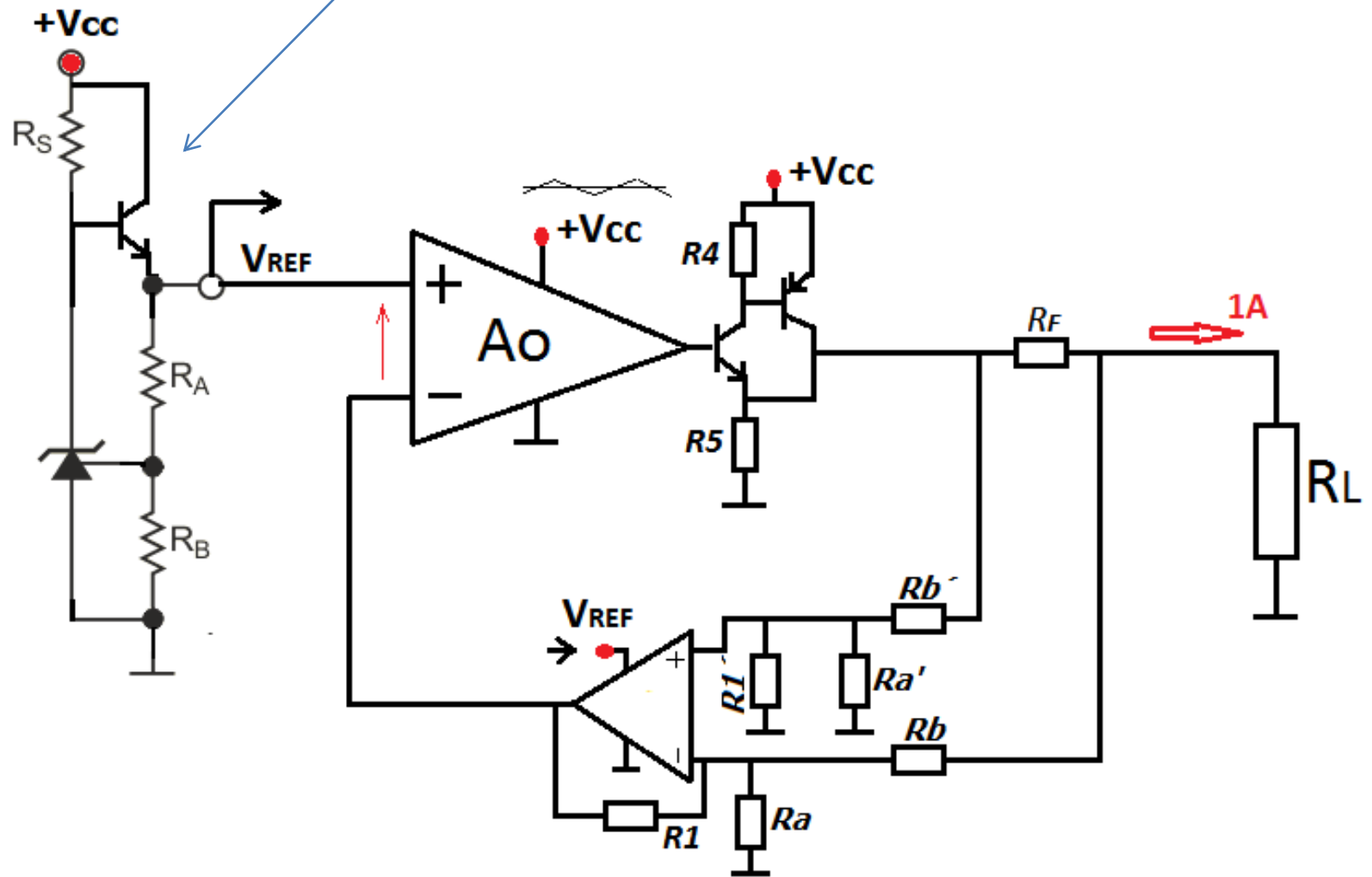
15) Primero se debe implementar V_{REF}
(mediante un TL431).



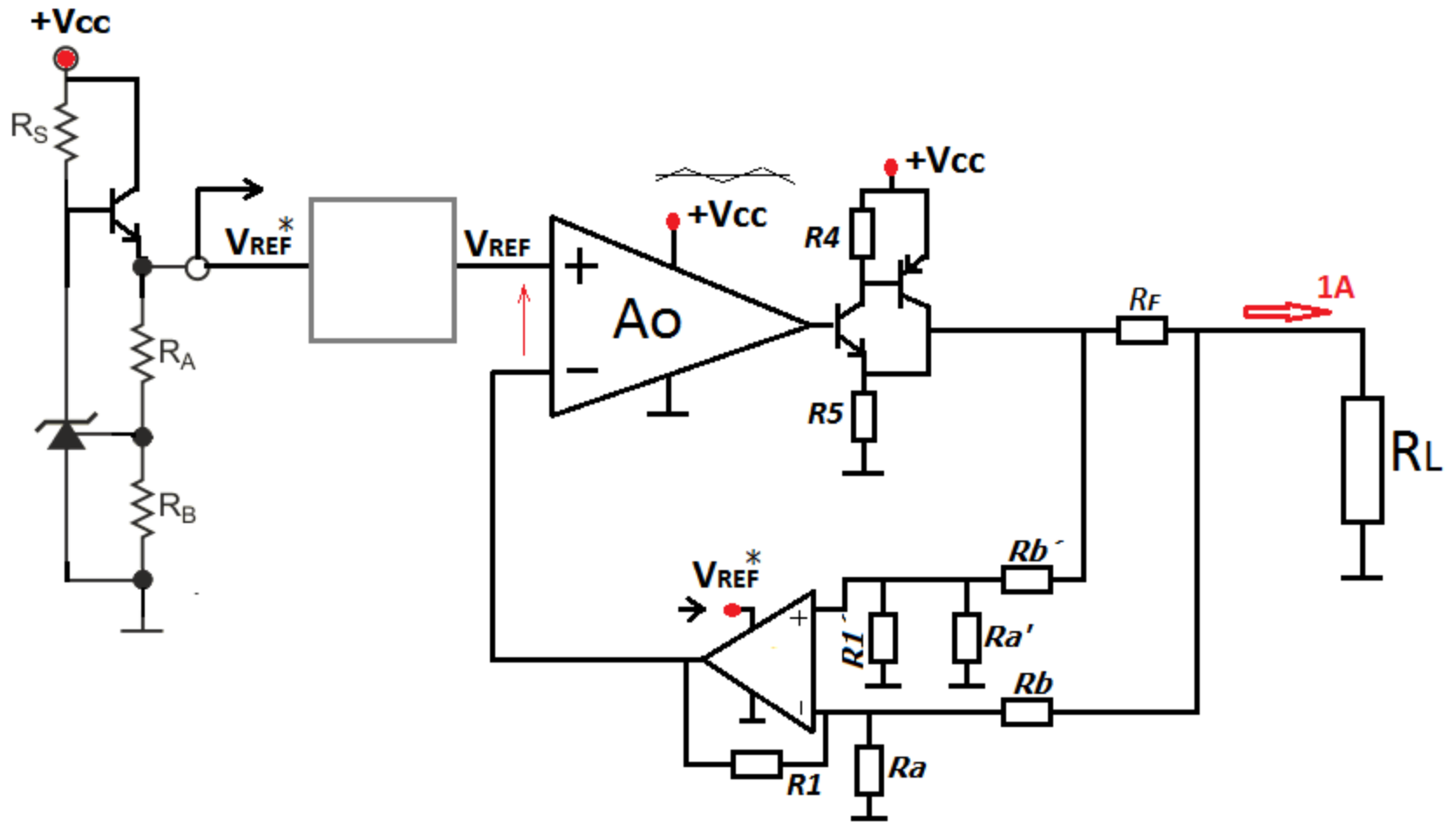
16) La referencia no puede entregar suficiente corriente como para alimentar el OPAMP del lazo . ¿Cómo se soluciona?



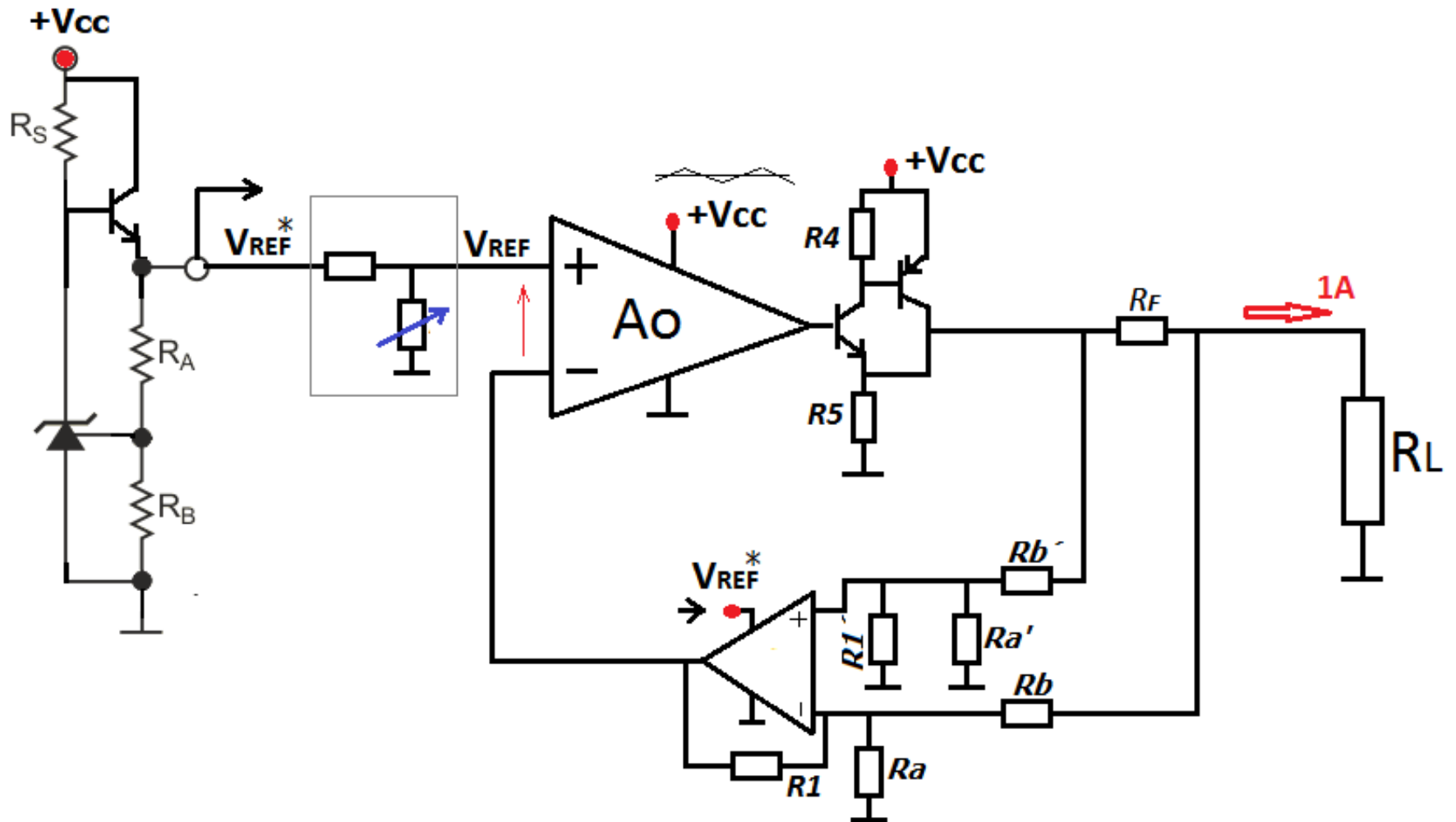
17) El transistor en la referencia sirve como buffer de corriente.



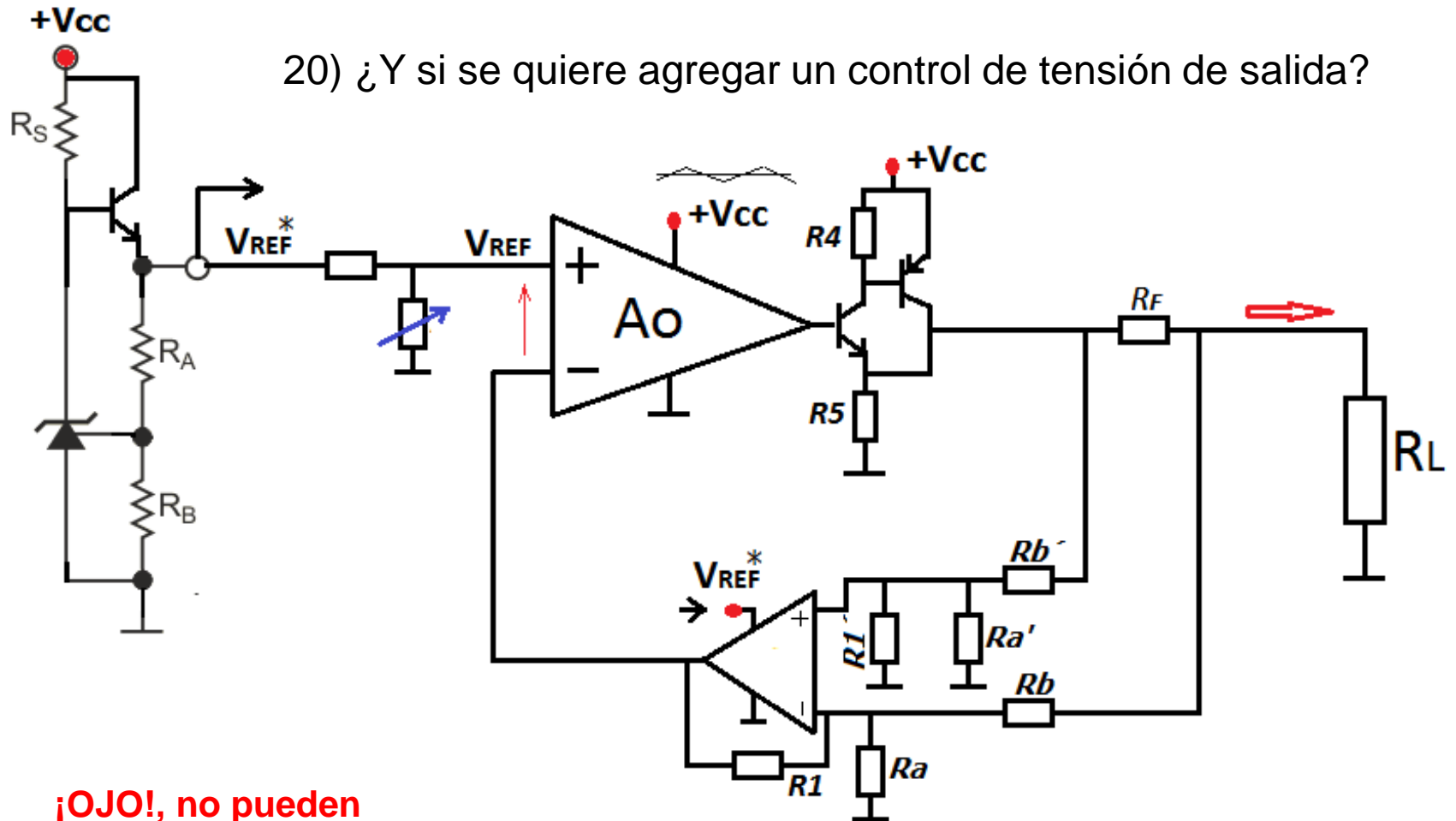
18) ¿Y si se requiere un ajuste de corriente de salida?



19) Se soluciona con un divisor resistivo.



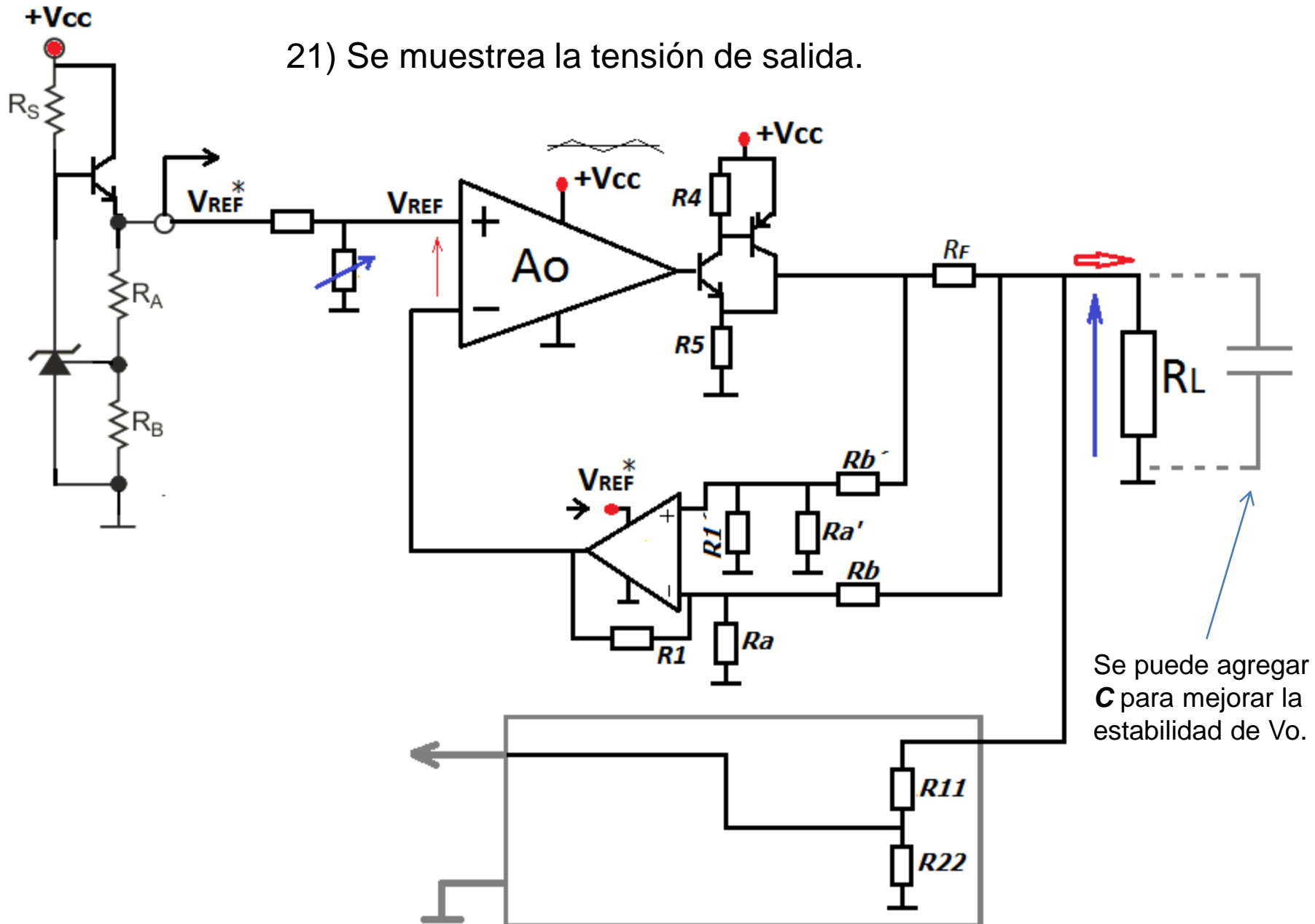
20) ¿Y si se quiere agregar un control de tensión de salida?



¡OJO!, no pueden
actuar ambos
controles a la vez.
¿Por qué?

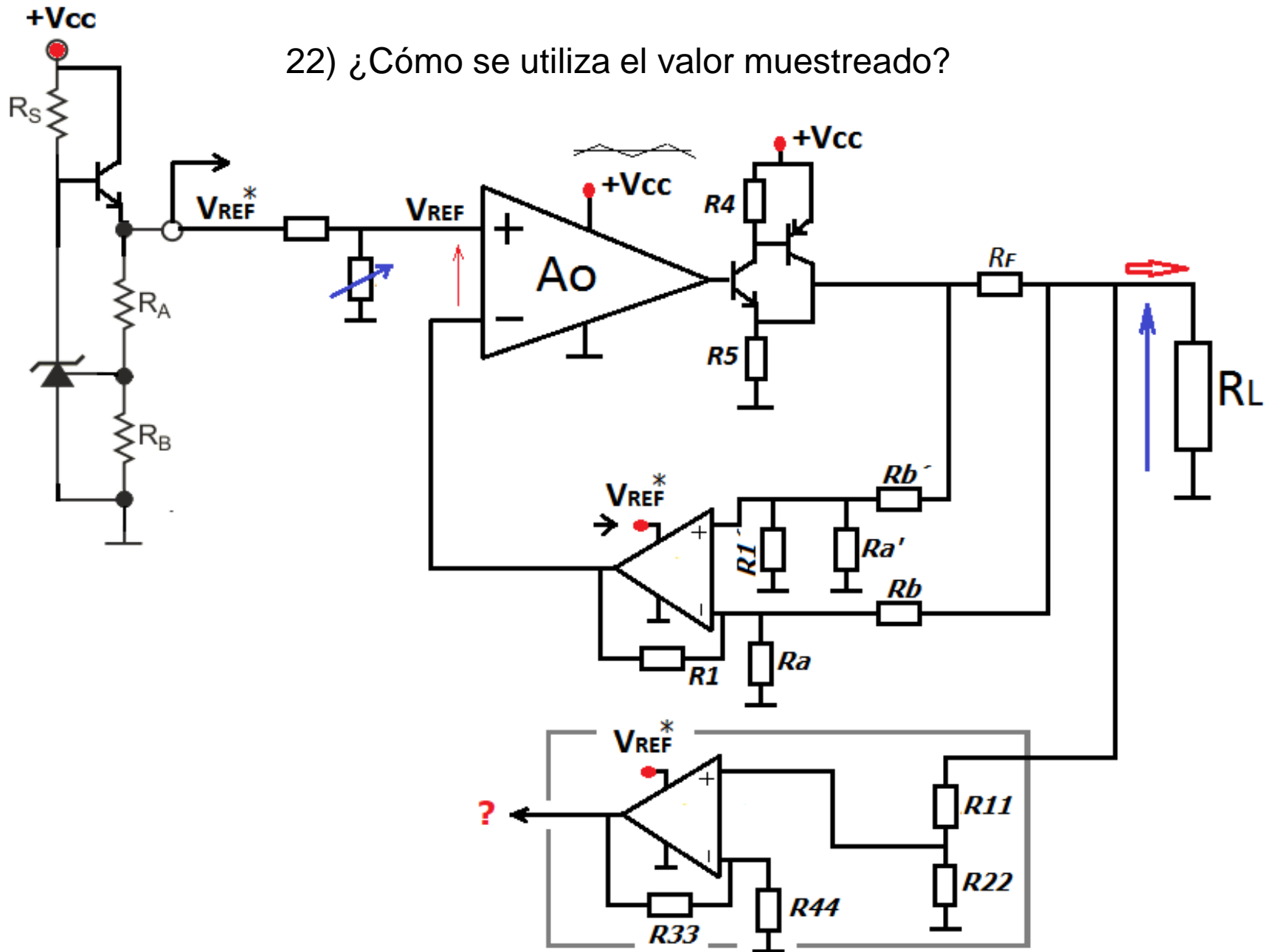


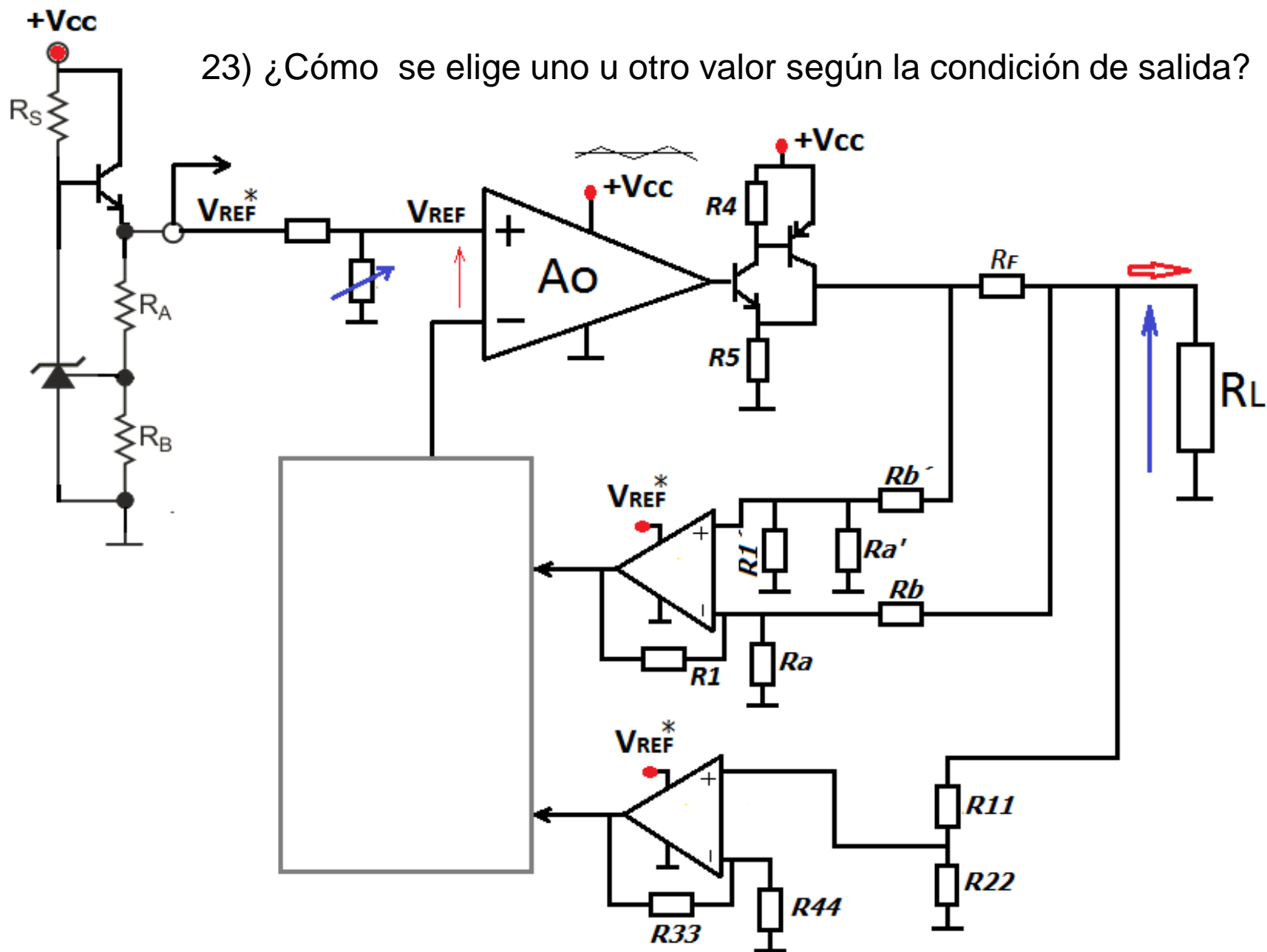
21) Se muestrea la tensión de salida.



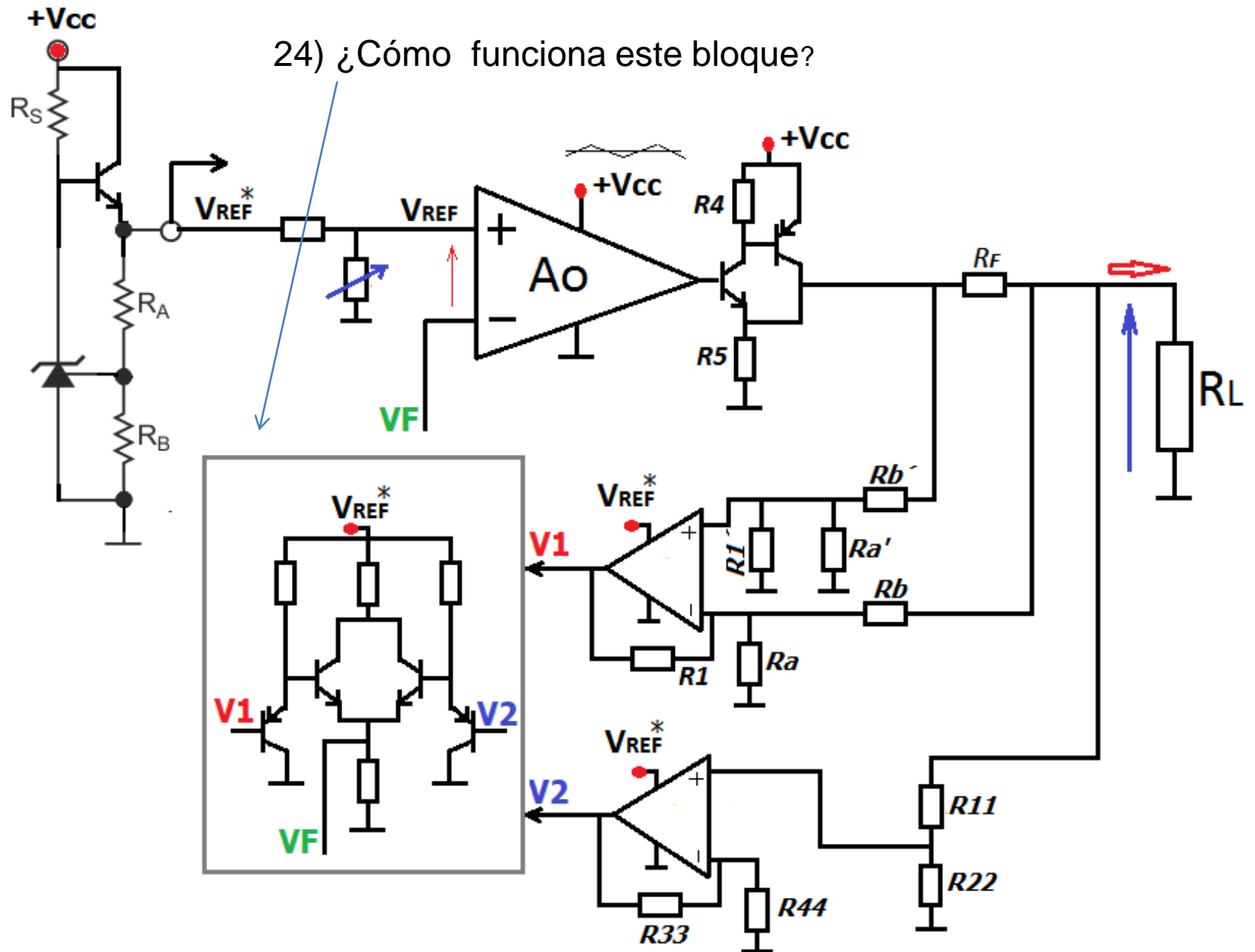
Se puede agregar C para mejorar la estabilidad de V_o .

22) ¿Cómo se utiliza el valor muestreado?

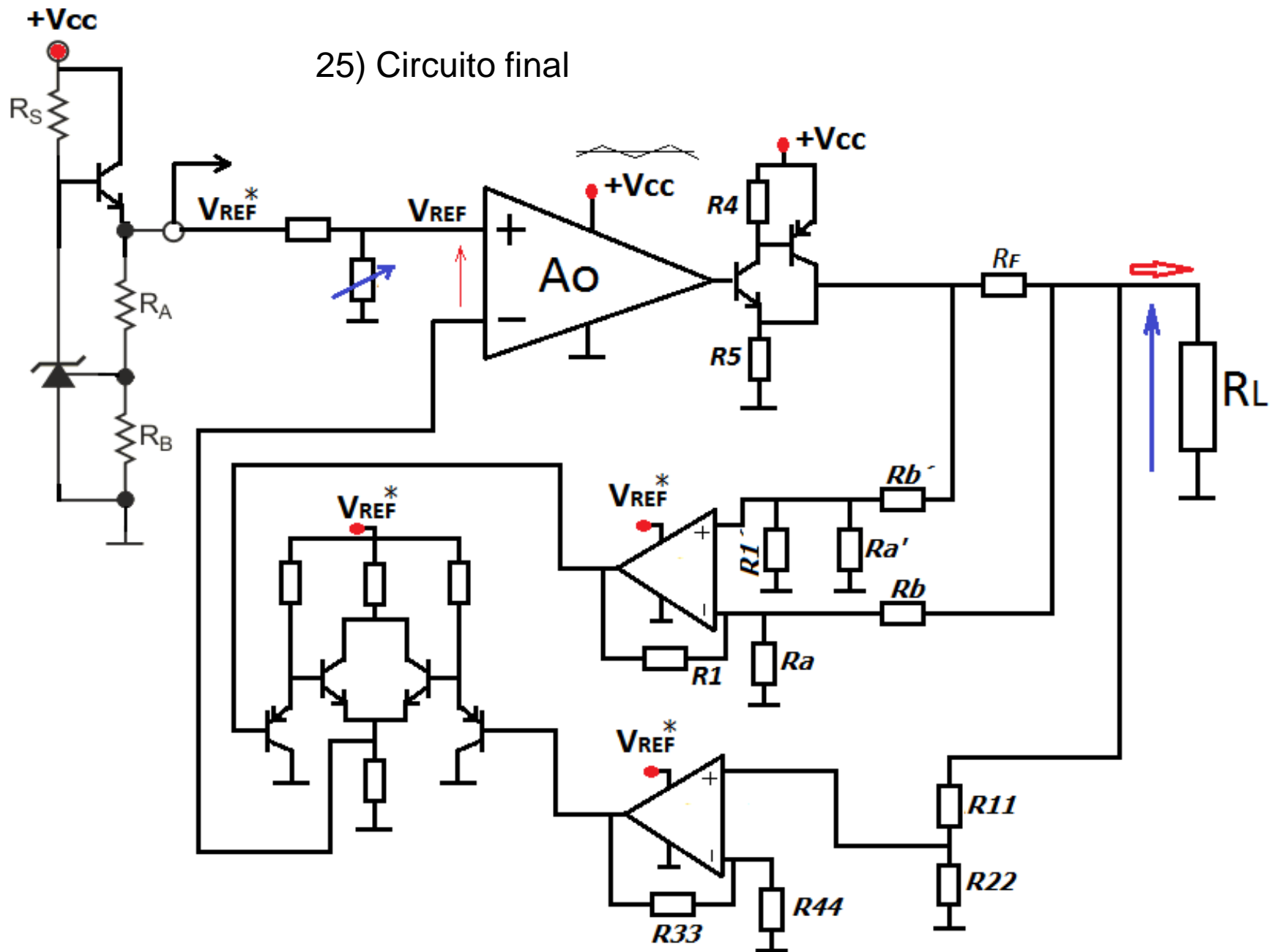




24) ¿Cómo funciona este bloque?

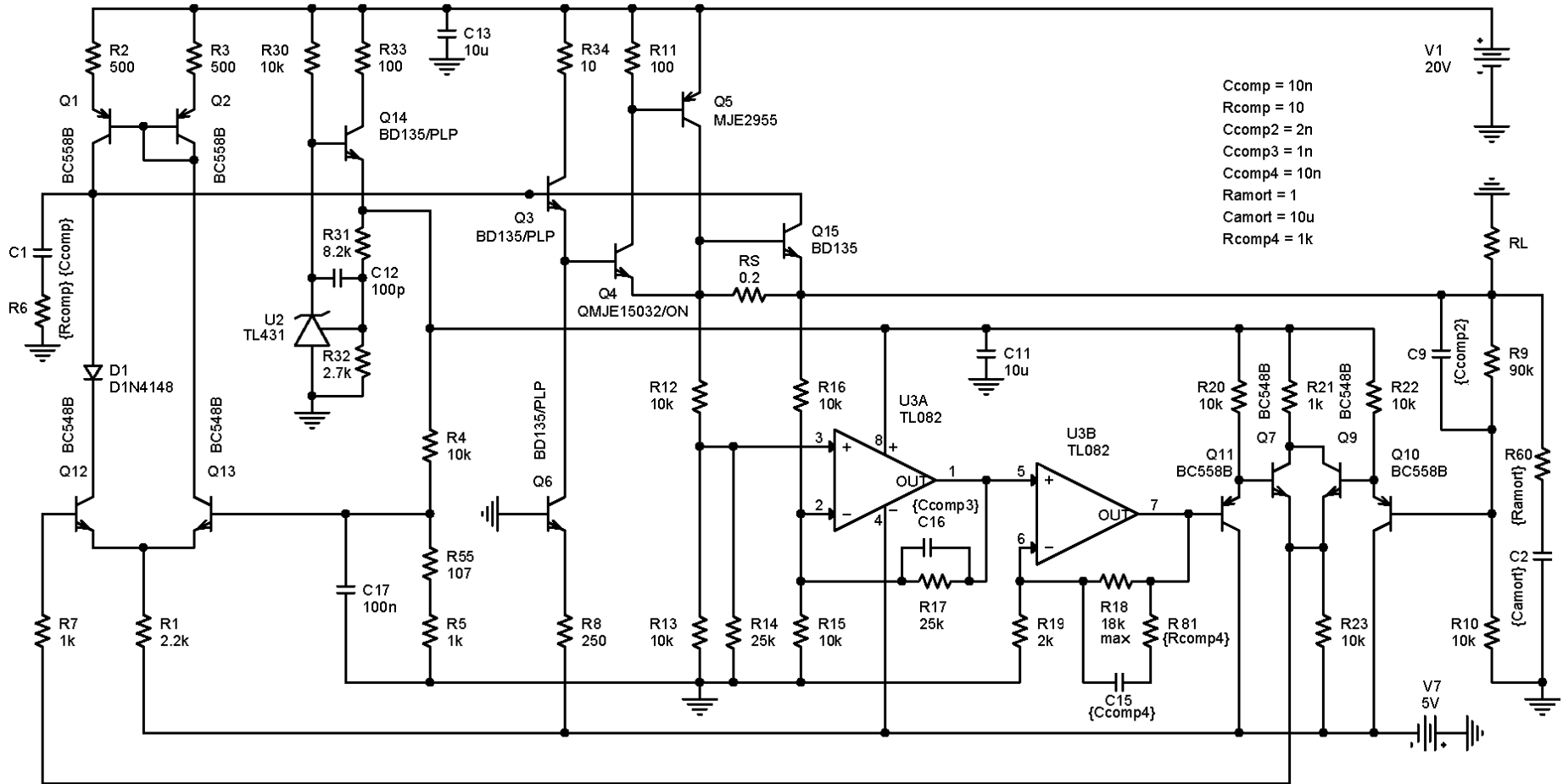


25) Circuito final

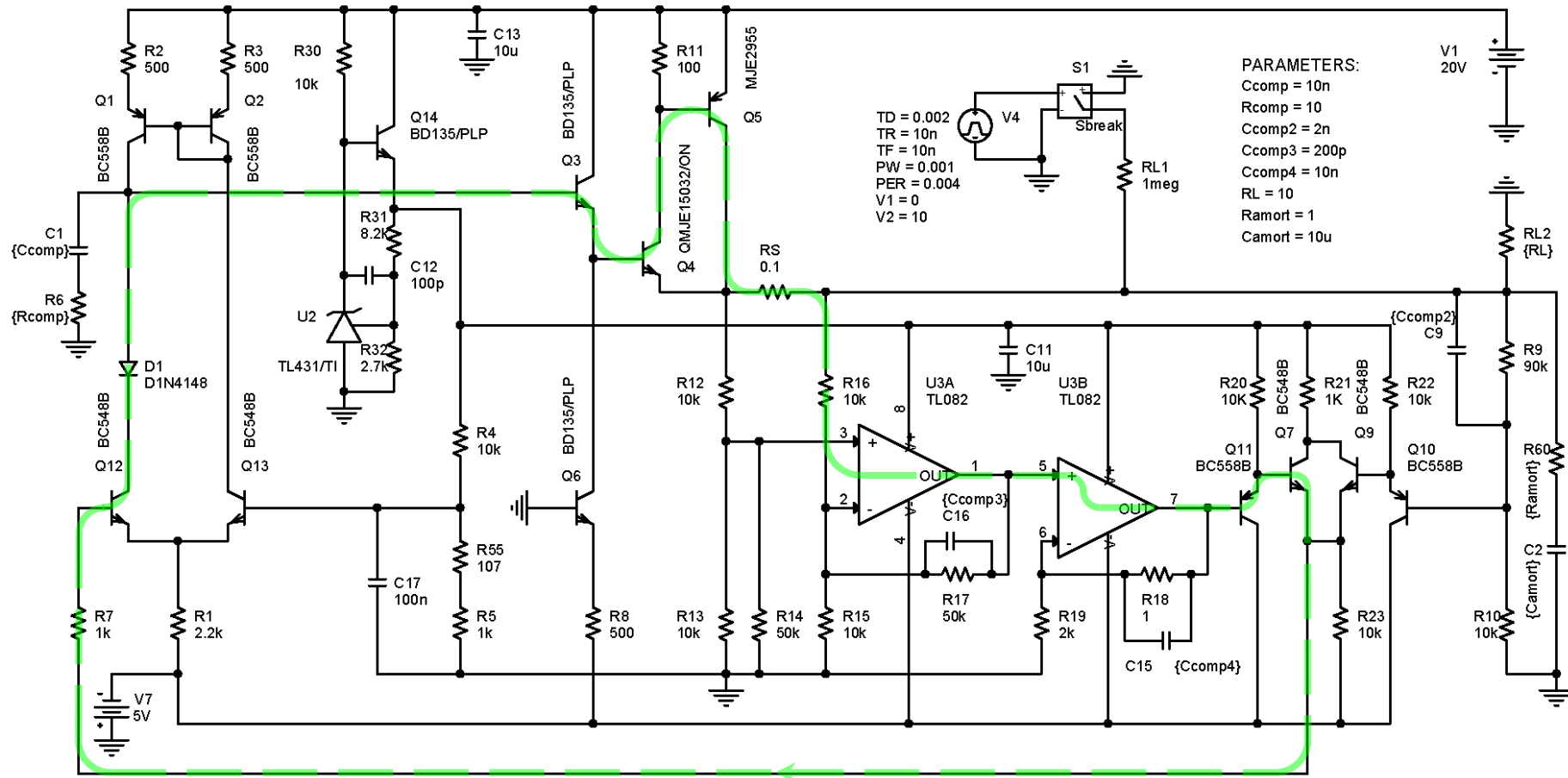


REGULADOR SERIE CON LIMITADOR DE CORRIENTE AJUSTABLE

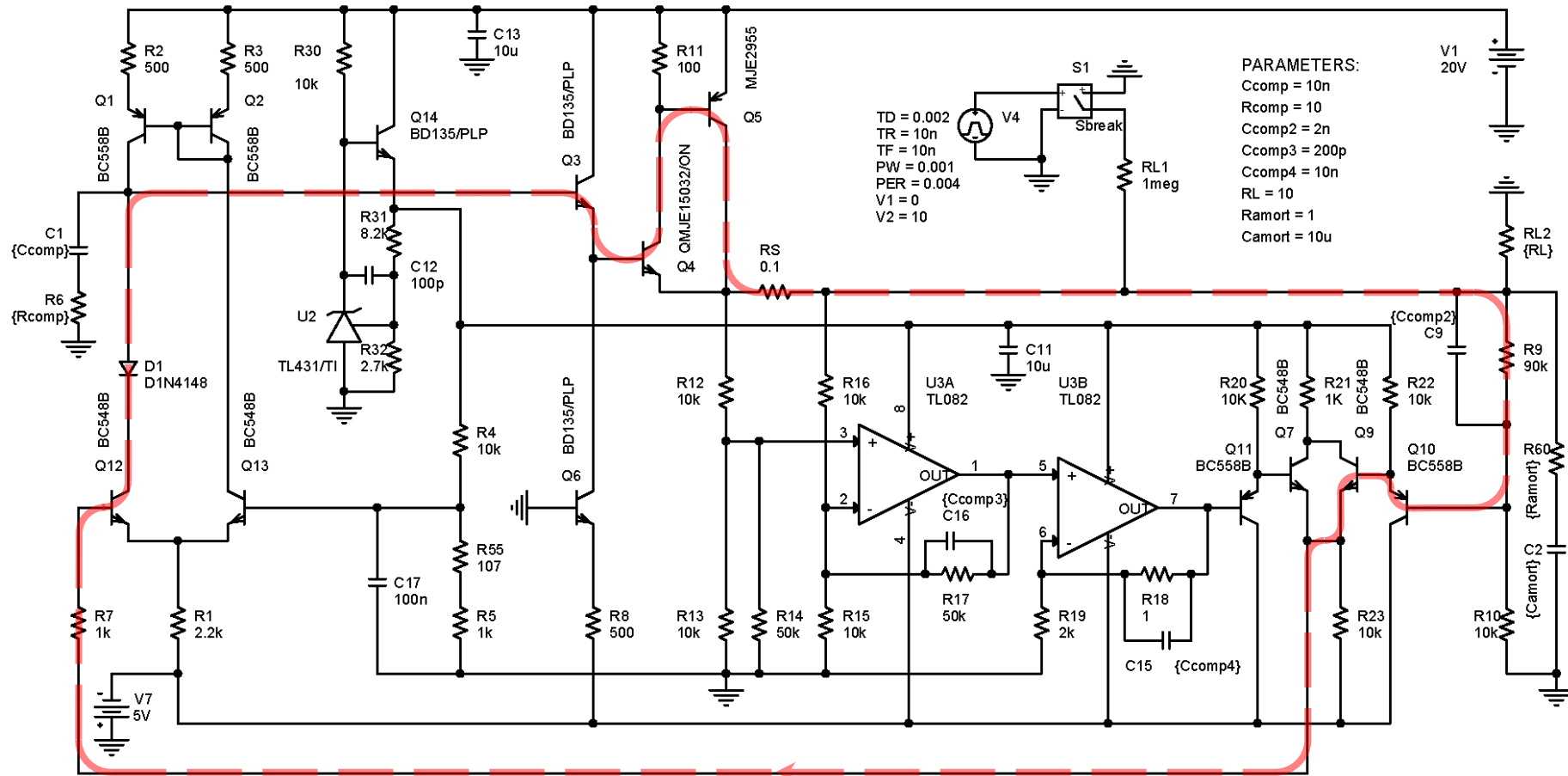
(observar bloques similares al diseño anterior)



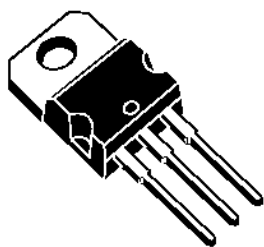
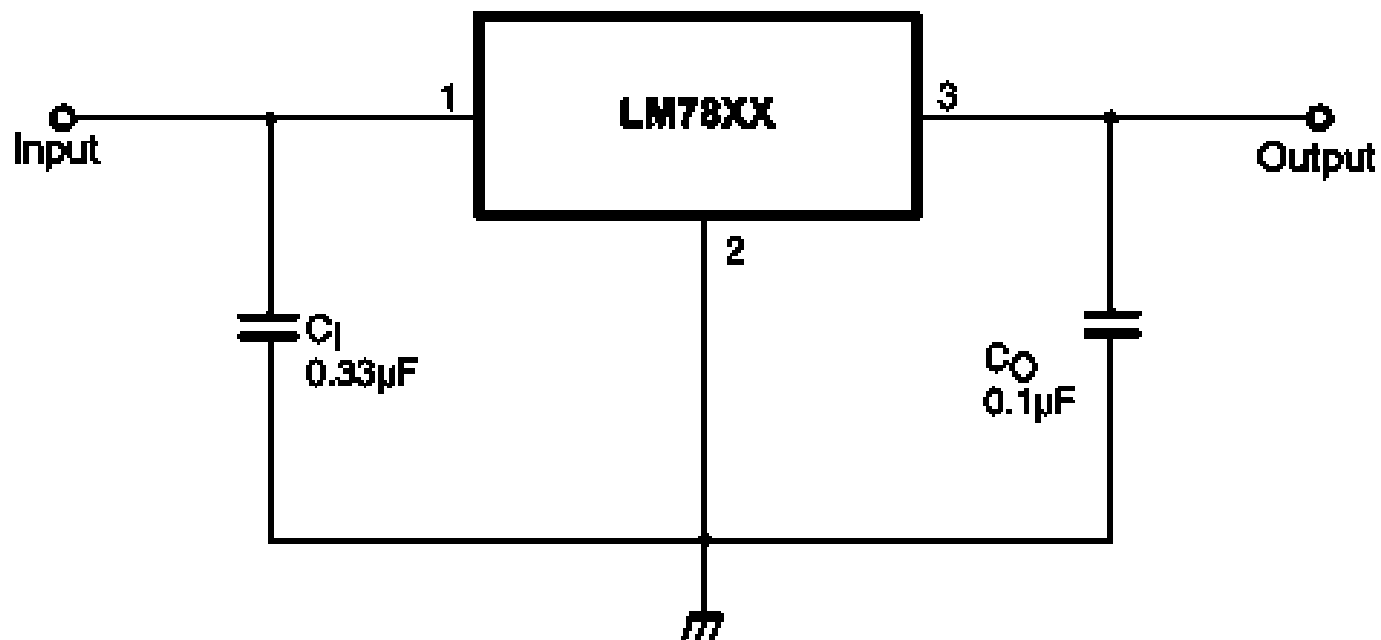
Lazo de corriente:



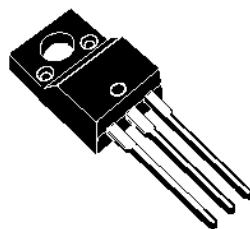
Lazo de tensión:



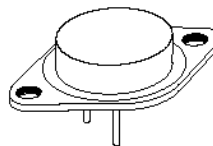
Regulador integrado 78xx



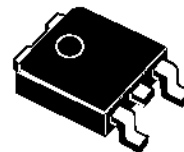
TO-220



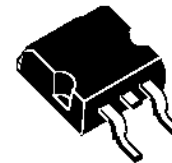
TO-220FP



TO-3

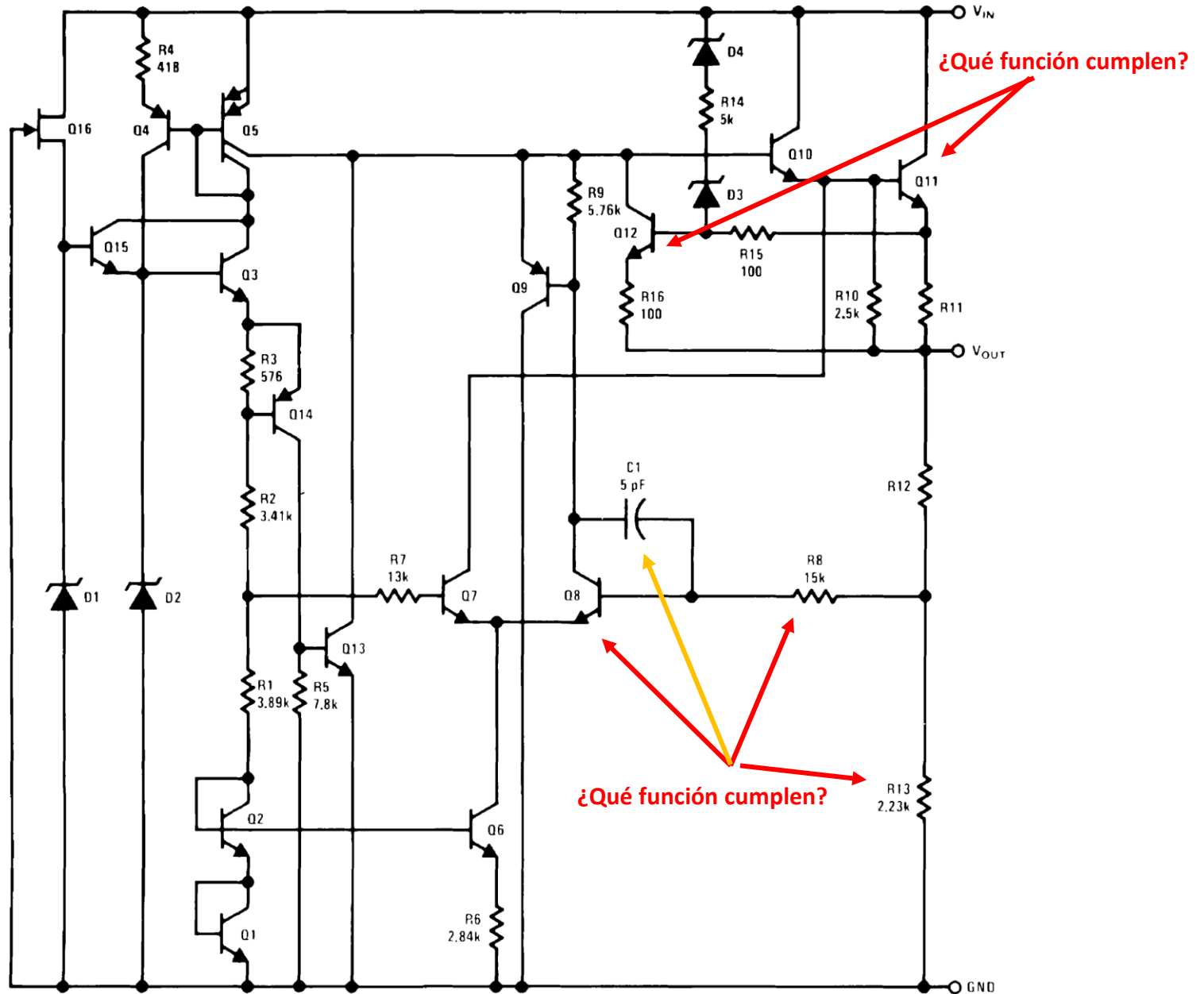


DPAK

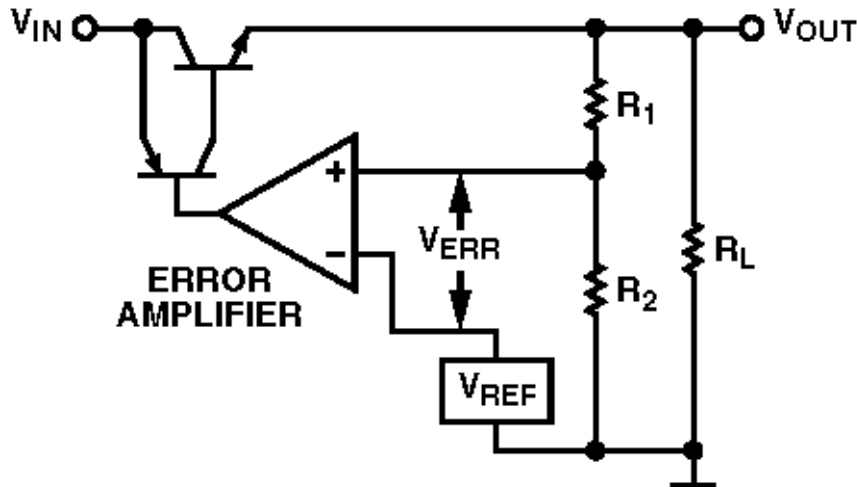


D²PAK

Esquema eléctrico

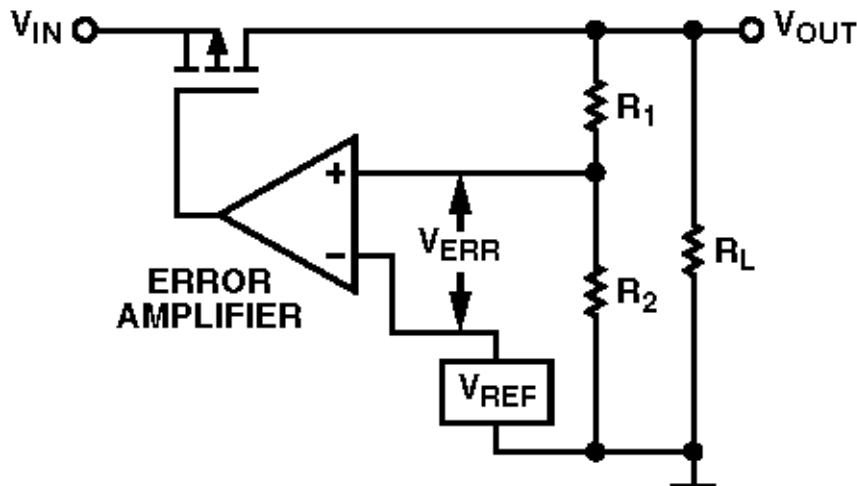


REGULADORES “LOW DROPOUT”



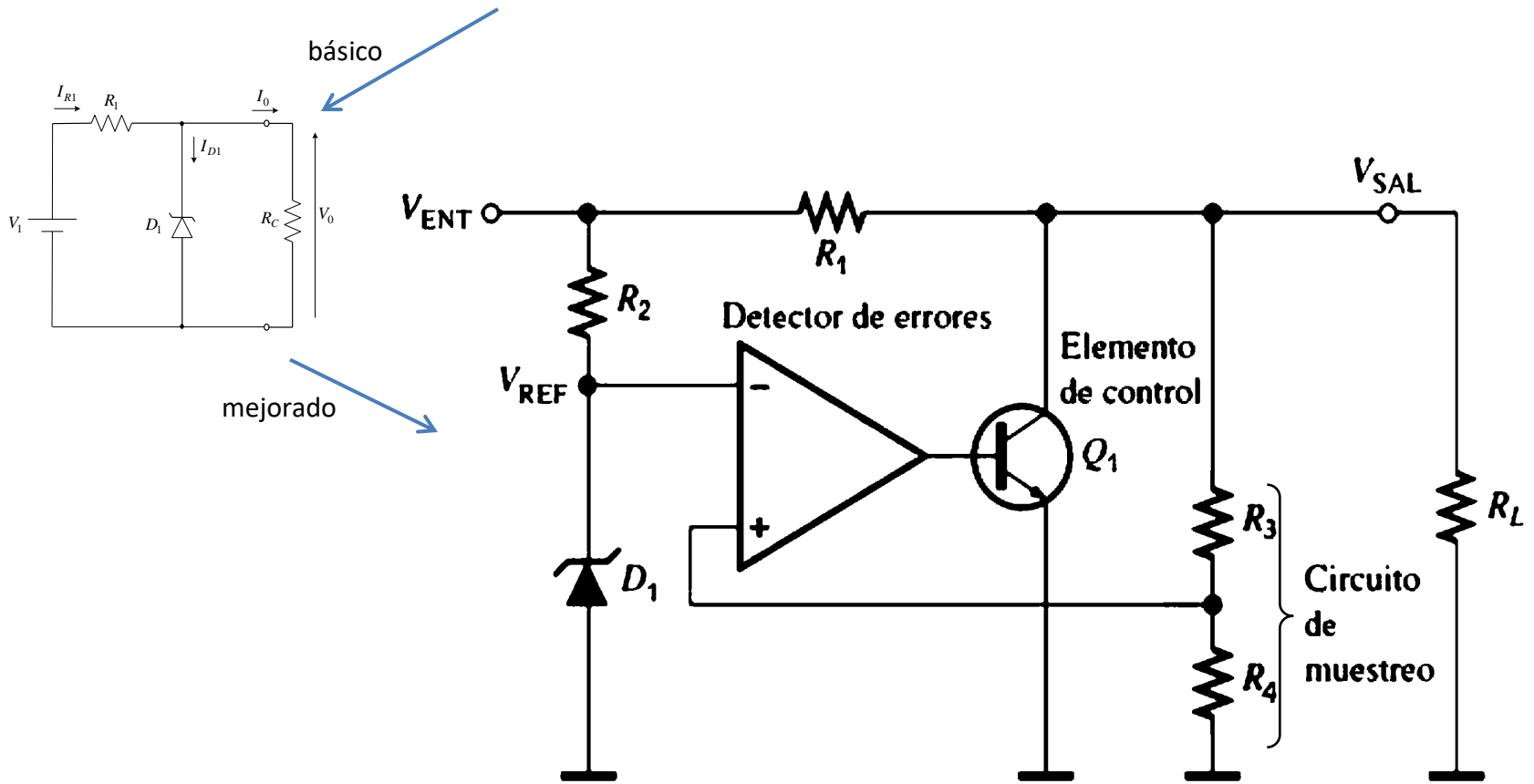
Este circuito se conoce como “quasi low dropout” y reduce el “dropout” a solo 1V aproximadamente.

Ambos circuitos pueden presentar inestabilidad con cargas capacitivas grandes



Este circuito se conoce como “low dropout” y reduce el “dropout” a 0,1V aproximadamente.

Regulador paralelo



Peor eficiencia que el regulador serie pero menor impedancia de salida vista por la carga

Regulador paralelo

Para el circuito propuesto anteriormente:

- a) Estudiar *cuál es la variable que se muestrea y cuál es la que se suma a la entrada*. Identificar la carga y la tensión de entrada.
- b) En base al punto anterior, *obtener la tensión de salida (V_{SAL}) en función de V_{REF}* .
¿Qué efecto tiene $R1$?
- c) En base al punto a), *dibujar un diagrama en bloques donde se vean los bloques “a” y “f”, y estudiar cómo afectan a la ganancia de lazo tanto la carga como las resistencias del realimentador*.

Diseño de un regulador

Diseñar un regulador de tensión que cumpla con las siguientes especificaciones:

Tensión de entrada: 12V (V_i)

Tensión de salida: 5V (V_o)

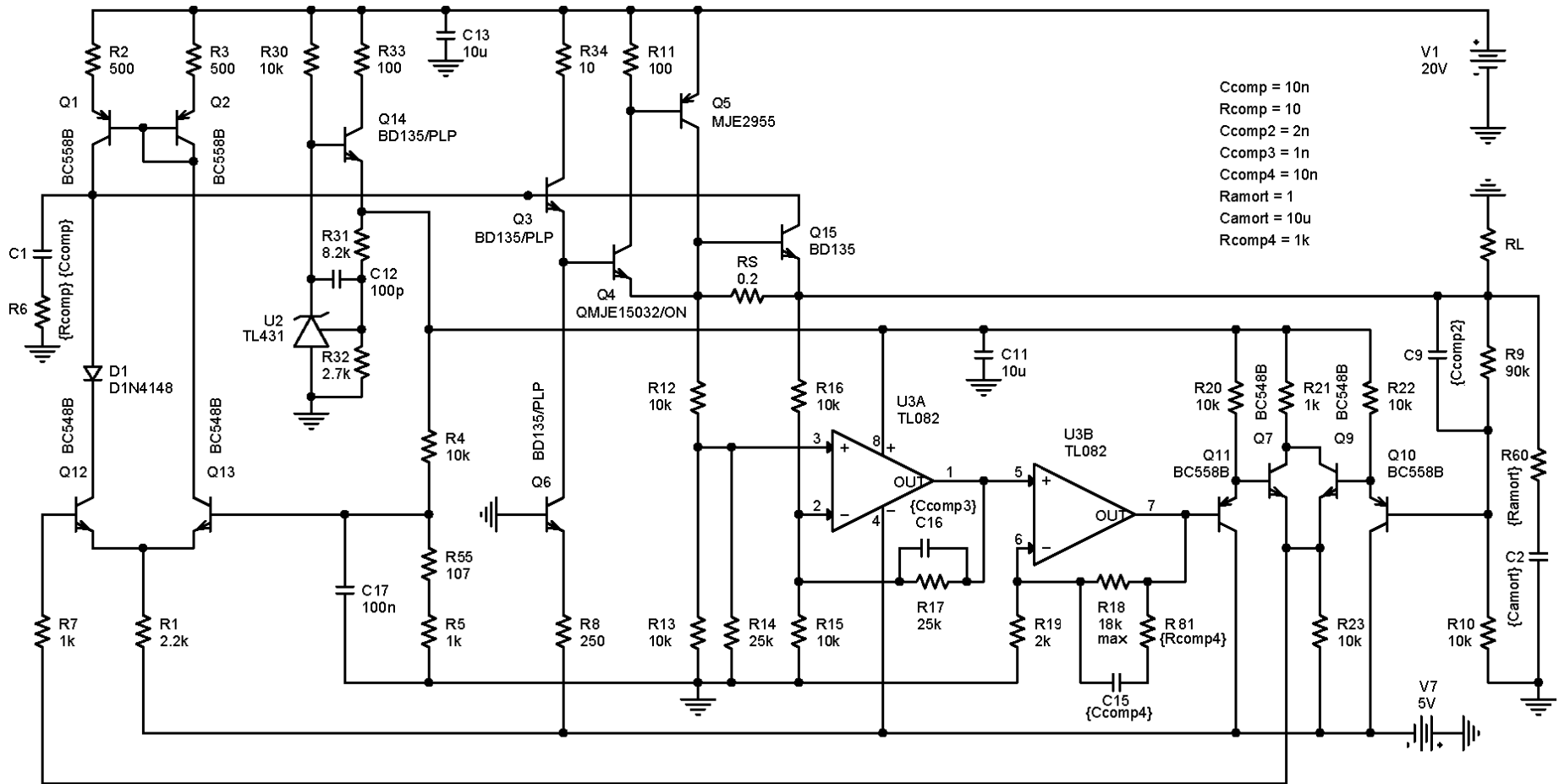
Limitación de corriente: 1A.

Tener en cuenta los componentes a utilizar como así también las topologías utilizadas.

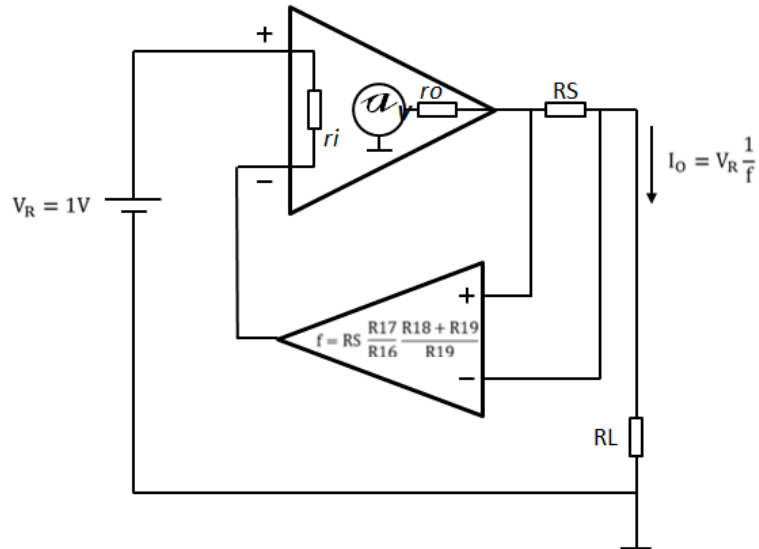
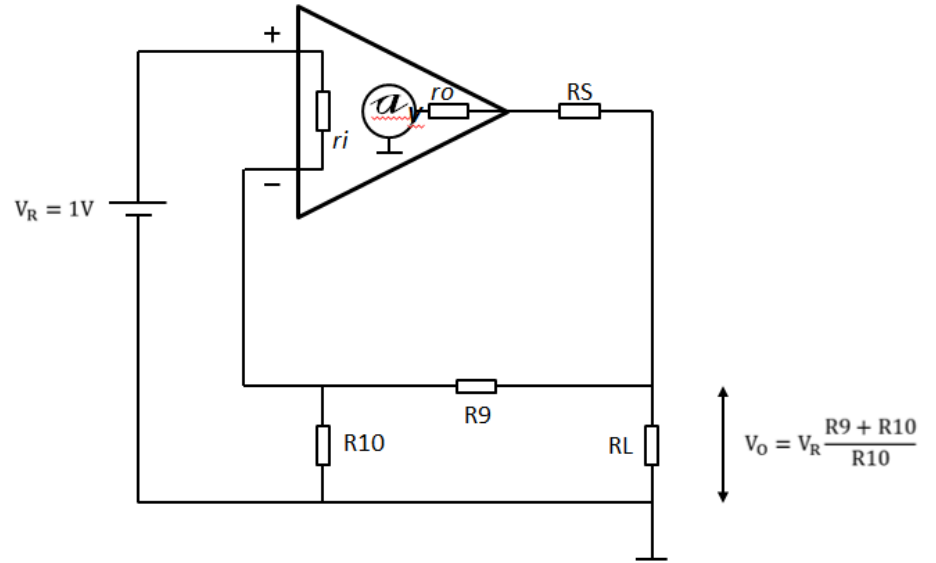
Anexo:

- Regulador serie de tensión con limitación de corriente ajustable (expresiones de los lazos de estabilización). – **Cuestionario** -
- Respuesta dinámica de un regulador de tensión con limitación de corriente
- Regulador 7805: Hoja de datos, Diagrama en bloques y medición de características.

REGULADOR SERIE CON LIMITADOR DE CORRIENTE AJUSTABLE



Estabilización de la tensión de salida (sobre la carga)



Estabilización de la corriente de salida (sobre la carga)

REGULADOR SERIE CON LIMITADOR DE CORRIENTE AJUSTABLE

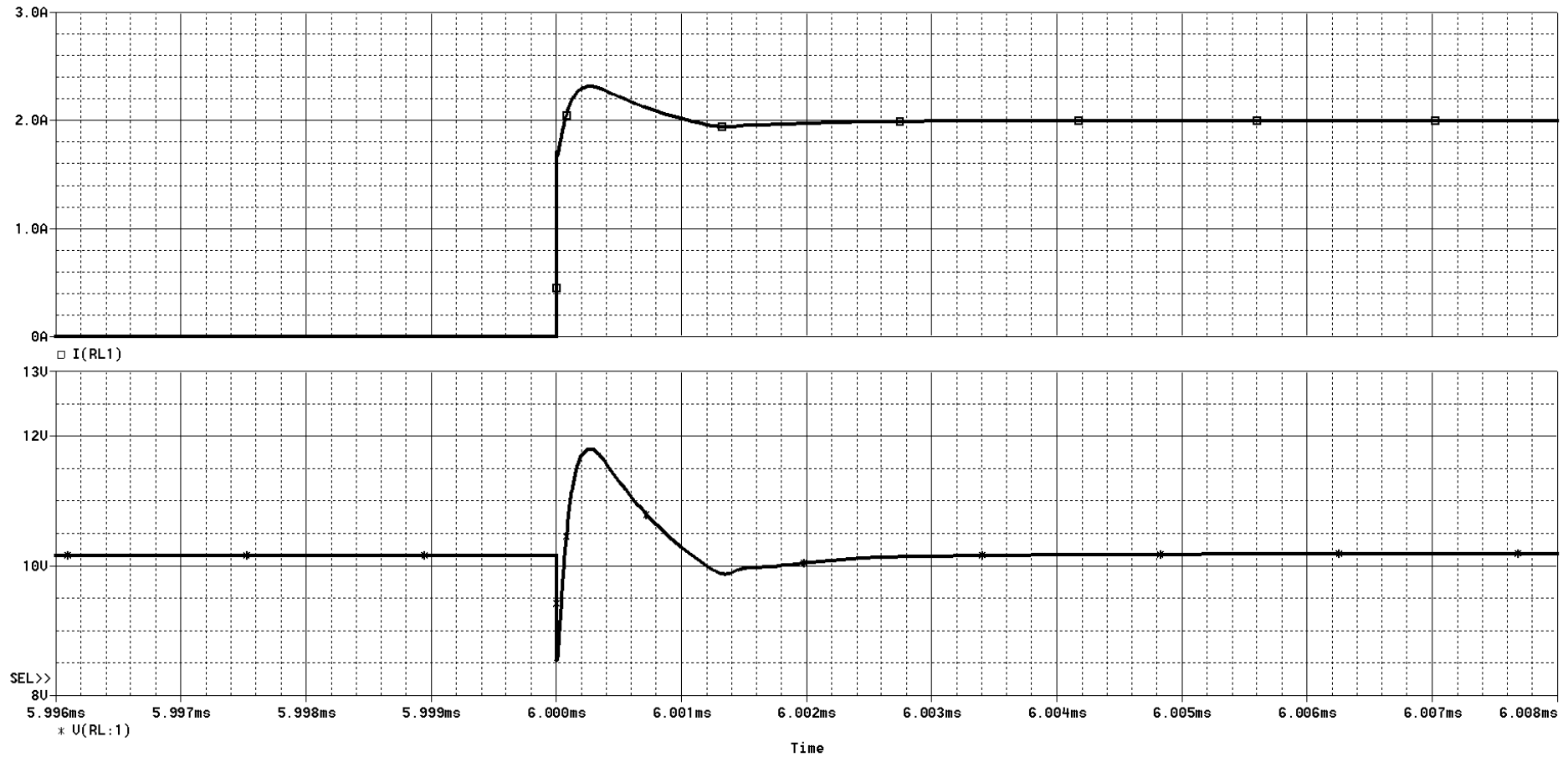
Cuestionario

Para el circuito propuesto:

- a) *¿Qué función cumplen Q12 y Q13?*
- b) *¿Qué función cumple el bloque conformado por Q14 y U2 (TL431)?*
- c) *¿Qué función cumplen Q3, Q4 y Q5 y Q15?*
- d) *¿Qué función cumple el bloque conformado por U3A y U3B?*
- e) *¿Qué función cumple el bloque conformado por Q10, Q11, Q7 y Q9?*

En base a los puntos anteriores, ¿se pueden visualizar los *lazos de tensión y de corriente*?

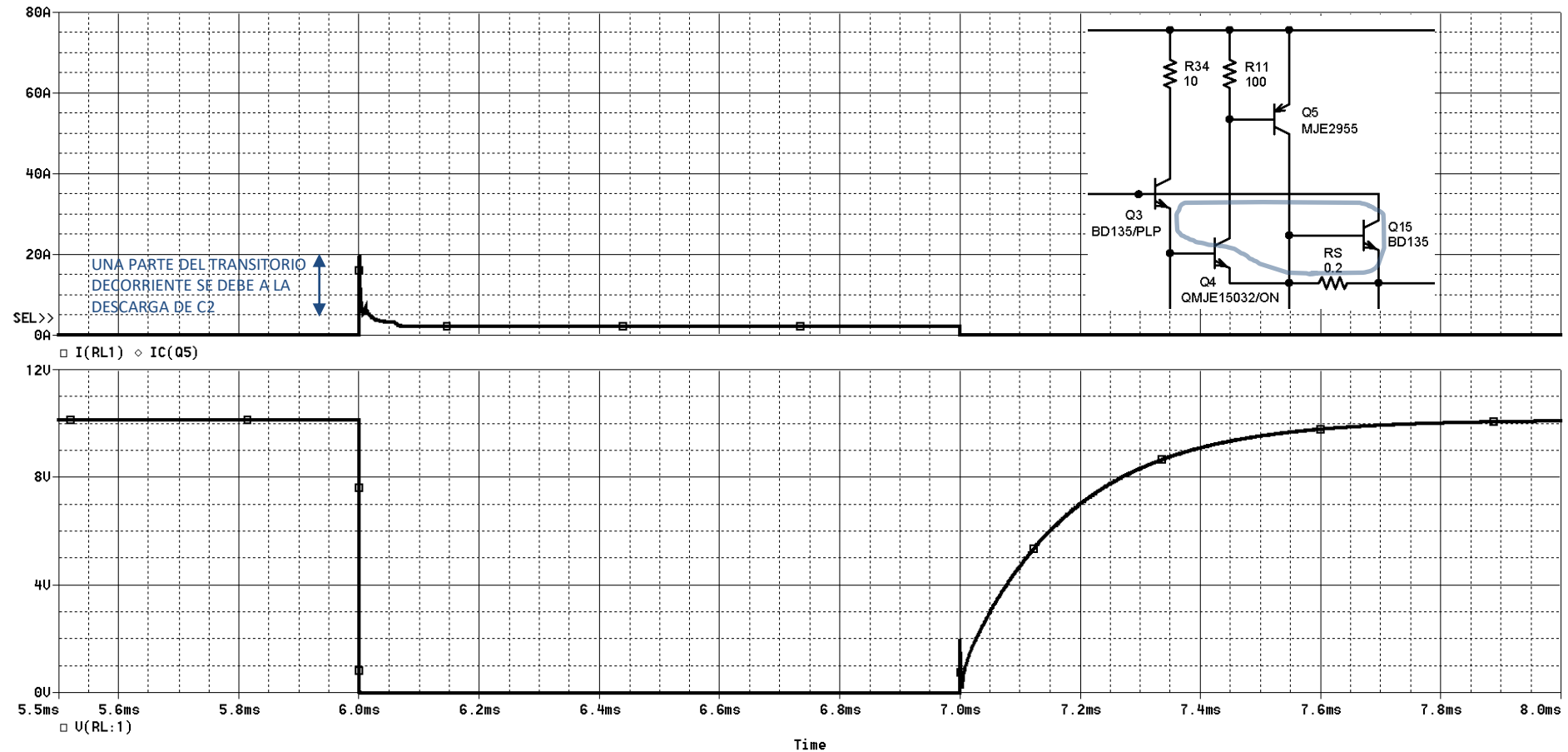
Respuesta dinámica conmutando una carga de desde 0A a 2A



RL=5 Ω R18=0 Ω

Respuesta dinámica ante un cortocircuito de 1ms en la carga con límite de 2A

Con Q15 se logra mejorar la respuesta del limitador de corriente dado que se cierra un lazo local más veloz



$RL=0\Omega$ $R18=0\Omega$ $R9=90K\Omega$

Hoja de Datos del LM7805

Electrical Characteristics (LM7805)

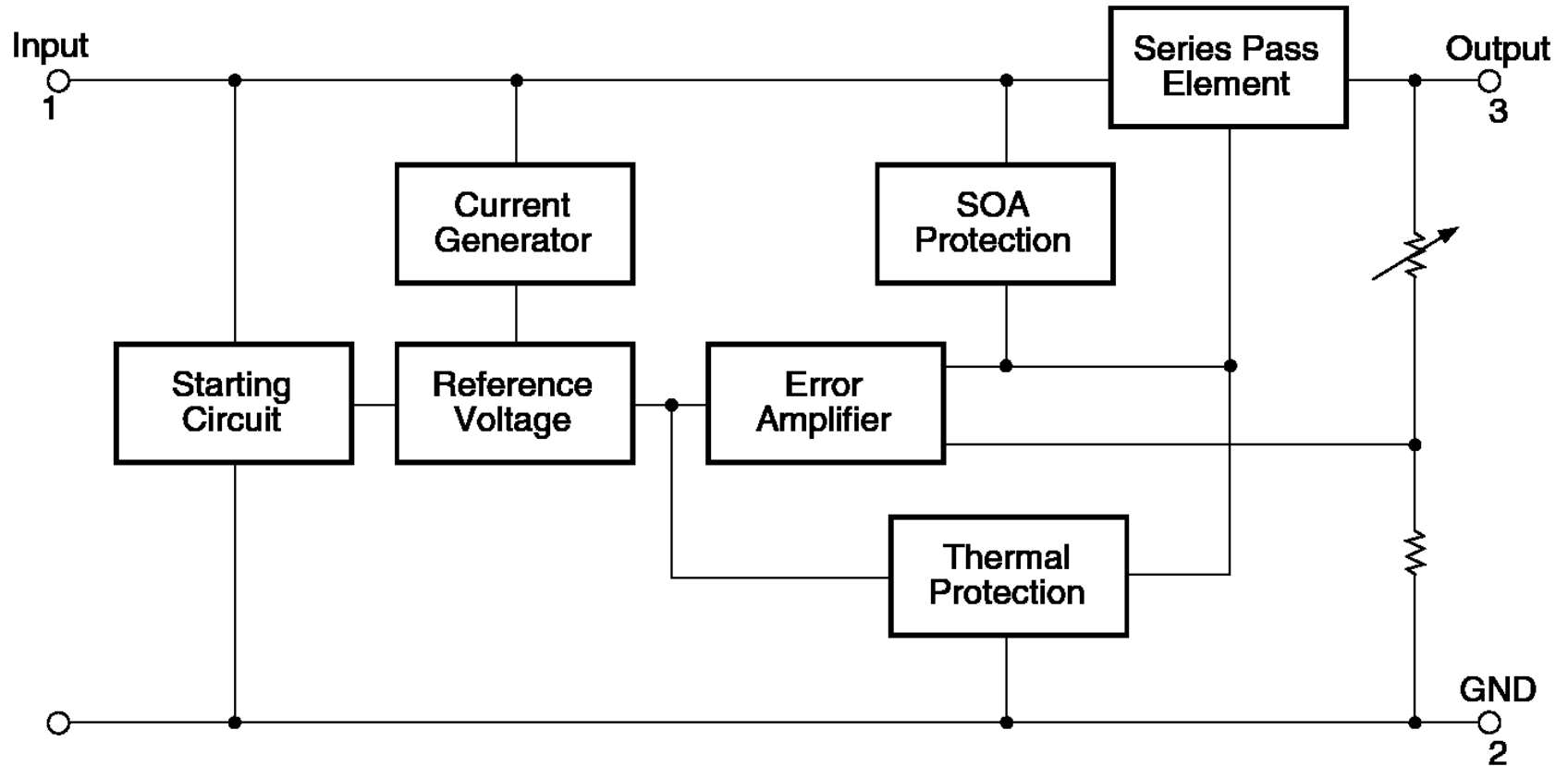
Refer to the test circuit, $-40^{\circ}\text{C} < T_J < 125^{\circ}\text{C}$, $I_O = 500 \text{ mA}$, $V_I = 10 \text{ V}$, $C_I = 0.1 \mu\text{F}$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	4.80	5.00	5.20	V
		$I_O = 5 \text{ mA to } 1 \text{ A}$, $P_O \leq 15 \text{ W}$, $V_I = 7 \text{ V to } 20 \text{ V}$	4.75	5.00	5.25	
Regline	Line Regulation ⁽²⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$V_I = 7 \text{ V to } 25 \text{ V}$	4.0	100.0	mV
			$V_I = 8 \text{ V to } 12 \text{ V}$	1.6	50.0	
Regload	Load Regulation ⁽²⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$	$I_O = 5 \text{ mA to } 1.5 \text{ A}$	9.0	100.0	mV
			$I_O = 250 \text{ mA to } 750 \text{ mA}$	4.0	50.0	
I_Q	Quiescent Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$		5	8	mA
$\Delta V_O / \Delta T$	Output Voltage Drift ⁽³⁾	$I_O = 5 \text{ mA}$		-0.8		mV/ $^{\circ}\text{C}$
V_N	Output Noise Voltage	$f = 10 \text{ Hz to } 100 \text{ kHz}$, $T_A = +25^{\circ}\text{C}$		42		μV
RR	Ripple Rejection ⁽³⁾	$f = 120 \text{ Hz}$, $V_I = 8 \text{ V to } 18 \text{ V}$	62	73		dB
V_{DROP}	Dropout Voltage	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $I_O = 1 \text{ A}$		2		V
R_O	Output Resistance ⁽³⁾	$f = 1 \text{ kHz}$		15		m Ω
I_{SC}	Short-Circuit Current	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$, $V_I = 35 \text{ V}$		230		mA
I_{PK}	Peak Current ⁽³⁾	$T_J = +25^{\circ}\text{C}$		2.2		A

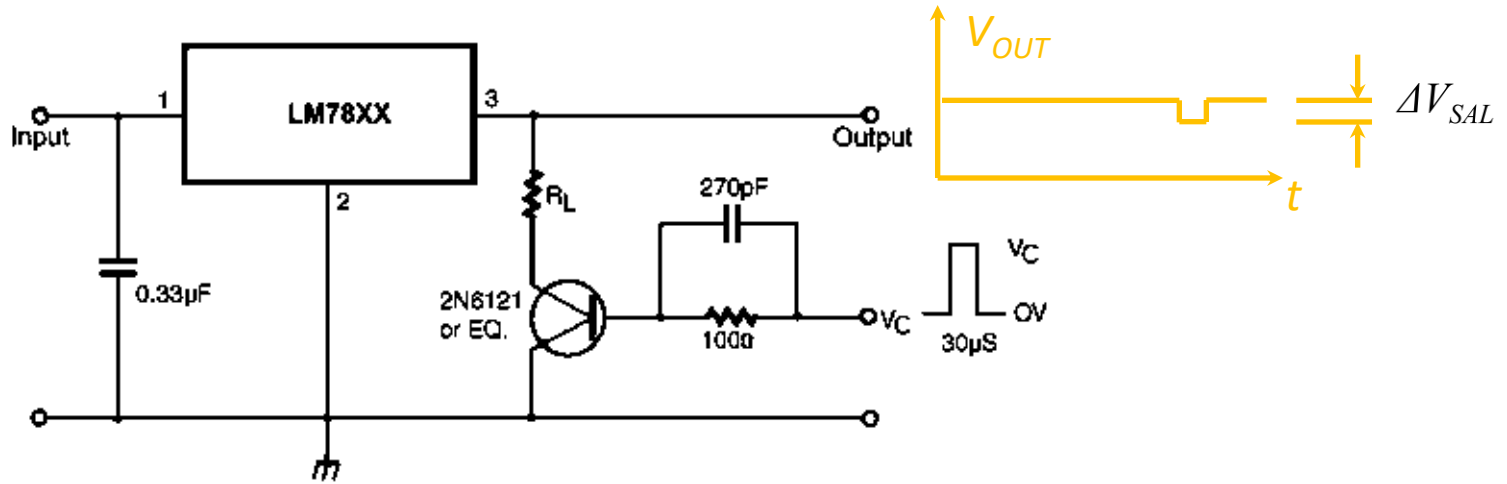
Notes:

- Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty is used.
- These parameters, although guaranteed, are not 100% tested in production.

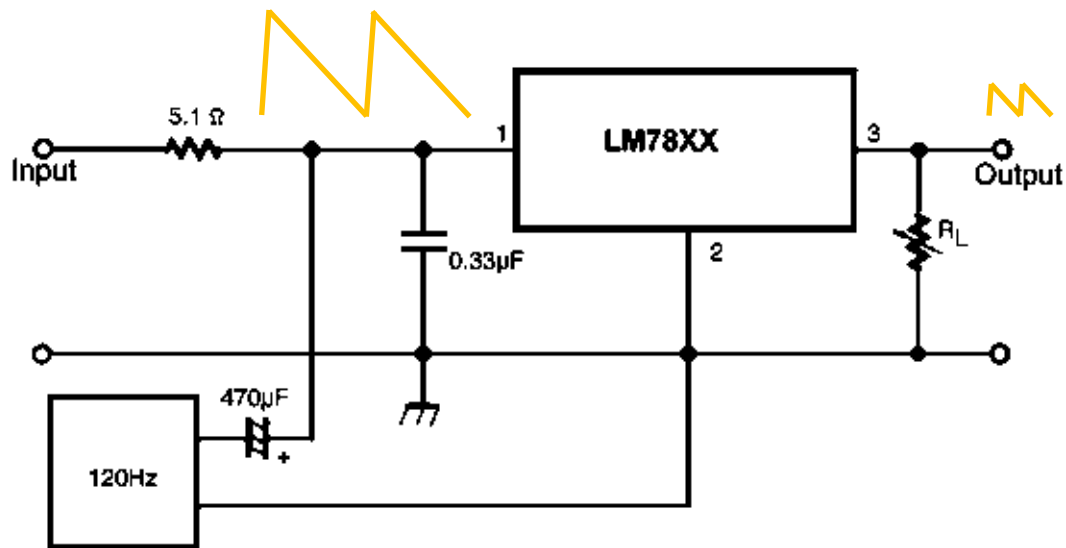
Diagrama en bloques del 78xx



Medición de características del 78xx:



Load Regulation



Ripple Rejection

Temas para investigar:

- Reguladores “Low Dropout”
- Reguladores paralelos

Bibliografía recomendada:

- “Análisis y diseño de Circuitos Integrados, autores Gray-Meyer-Hurst-Lewis:
Capítulos:
3. Amplificadores con un solo transistor y con múltiples transistores
4. Espejos de corriente, cargas activas y referencias
8. Realimentación
- Circuitos Microelectrónicos, autores Sedra y Smith
Capítulo 8 “Retroalimentación”
- Circuitos Microelectrónicos - Análisis y Diseño, autor Rashid
Capítulo 10 “Amplificadores Retroalimentados”