



FACULTAD DE INGENIERIA

Universidad de Buenos Aires

CIRCUITOS ELECTRÓNICOS II - 66.10

Trabajo práctico N° 1B

Análisis de estabilidad y compensación de una fuente lineal

Alumnos:

IRUSTA Pablo Padrón N° 80171

pabirus@gmail.com

LUNA Diego Padrón N° 75451

diegorluna@gmail.com

NIERO Adrián Padrón N° 80533

adrianniero@gmail.com

ROMERO Daniel Padrón N° 69456

danielosrom@gmail.com

Docentes:

Ing. BERTUCCIO José Alberto

Ing. ACQUATICCI Fabián

Ing. MARCHI Edgardo

Ing. BULACIO Matías

Ing. D'ANGIOLO Federico

Ing. GAMEZ Pablo

06 de Mayo de 2019

Índice

Índice	I
1. Objetivos	1
1.1. Resumen de objetivos	1
1.2. Desarrollo	1
2. Análisis cualitativo	5
2.1. Criterio de compensación	5
2.2. Análisis de la compensación	5
3. Observaciones y conclusiones	6
3.1. Observaciones y conclusiones	6
4. Bibliografía	7
Apéndices	9
A. Análisis teórico de subcircuitos	9
B. Hojas de datos	9
B.1. TL431	9
B.2. TL082	9
B.3. BC548	9
B.4. BC558	9
B.5. BD137	11
B.6. MJE15032	11
B.7. MJE2955	11
B.8. Metal film resistor	11
B.9. Carbon film resistor	11
B.10. Ceramic capacitor	12
B.11. Electrolytic Aluminum capacitor	12

Índice de figuras

1.1. Circuito utilizado para la obtención de la ganancia de lazo en función de la frecuencia.	2
1.2. Circuito utilizado para la obtención de la respuesta en frecuencia.	3
1.3. Circuito utilizado para la obtención de la respuesta dinámica.	4

Índice de cuadros

1. Objetivos

1.1. Resumen de objetivos

El trabajo práctico consiste en el análisis de la compensación de la misma fuente de alimentación lineal realimentada que en el anterior trabajo práctico (**TP1A**). El análisis es por simulación con **SPICE** (**LTSPICE** específicamente en nuestro caso), de donde se pretende validar los valores de las redes de compensación.

1.2. Desarrollo

Se hace un análisis cualitativo de la compensación de la fuente, para luego pasar a la validación de las redes de compensación. La validación se realiza variando el valor de los componentes a un valor por debajo y uno por encima del valor elegido en el diseño, y comparando como varía el comportamiento de la fuente de tres maneras distintas. En primer lugar se observa como varía la ganancia de lazo con la frecuencia, esta simulación se realiza utilizando el circuito mostrado en la figura [1.1], haciendo un barrido en frecuencia y simulando en forma paramétrica con los valores a comparar, observando los márgenes de fase y de ganancia, lo cual nos da una idea de la estabilidad lograda en cada caso. En segundo lugar se observa la respuesta en frecuencia a lazo cerrado, esta simulación se realiza utilizando el circuito mostrado en la figura [1.2], igual que antes se realiza un barrido en frecuencia y simulando en forma paramétrica con los valores a comparar, observando el ancho de banda obtenido y otras características de la respuesta, como ser picos que indiquen posibles inestabilidades y como varía la fase. Por último se analiza la respuesta temporal de la fuente de alimentación al cargar y descargar bruscamente la misma, esta simulación se realiza utilizando el circuito mostrado en la figura [1.3], esta simulación nos permite observar posibles oscilaciones y sobrepicos que se produzcan a la salida de la fuente, viendo el efecto que tiene la variación de los valores de las redes de compensación, la simulación se repite para cada valor que se ensaya. Cada una de las simulaciones mencionadas anteriormente se realiza en los dos modos posibles de funcionamiento de la fuente, con el lazo de tensión activo y con el lazo de corriente activo, a su vez se simulan dos casos distintos para cada modo, alterando los valores de los resistores de configuración y el valor de la carga, viendo como varía la salida en cada caso.

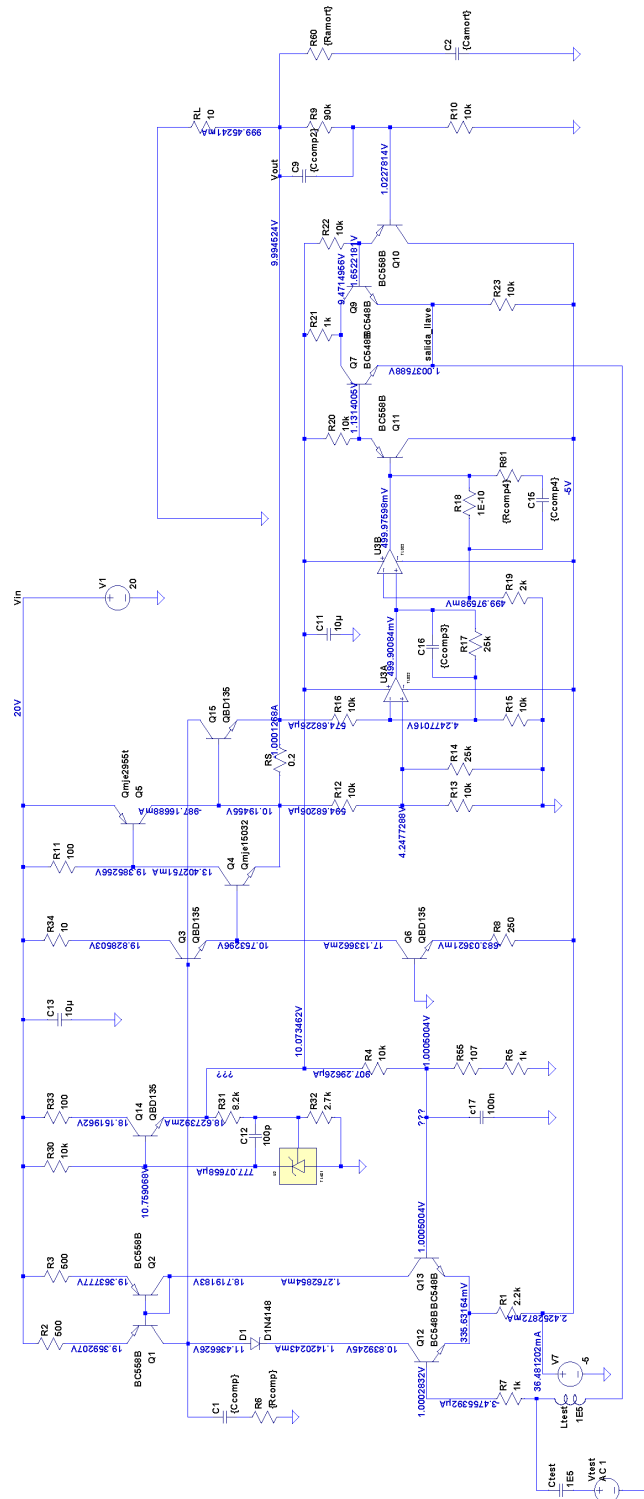


Figura 1.1: Circuito utilizado para la obtención de la ganancia de lazo en función de la frecuencia.

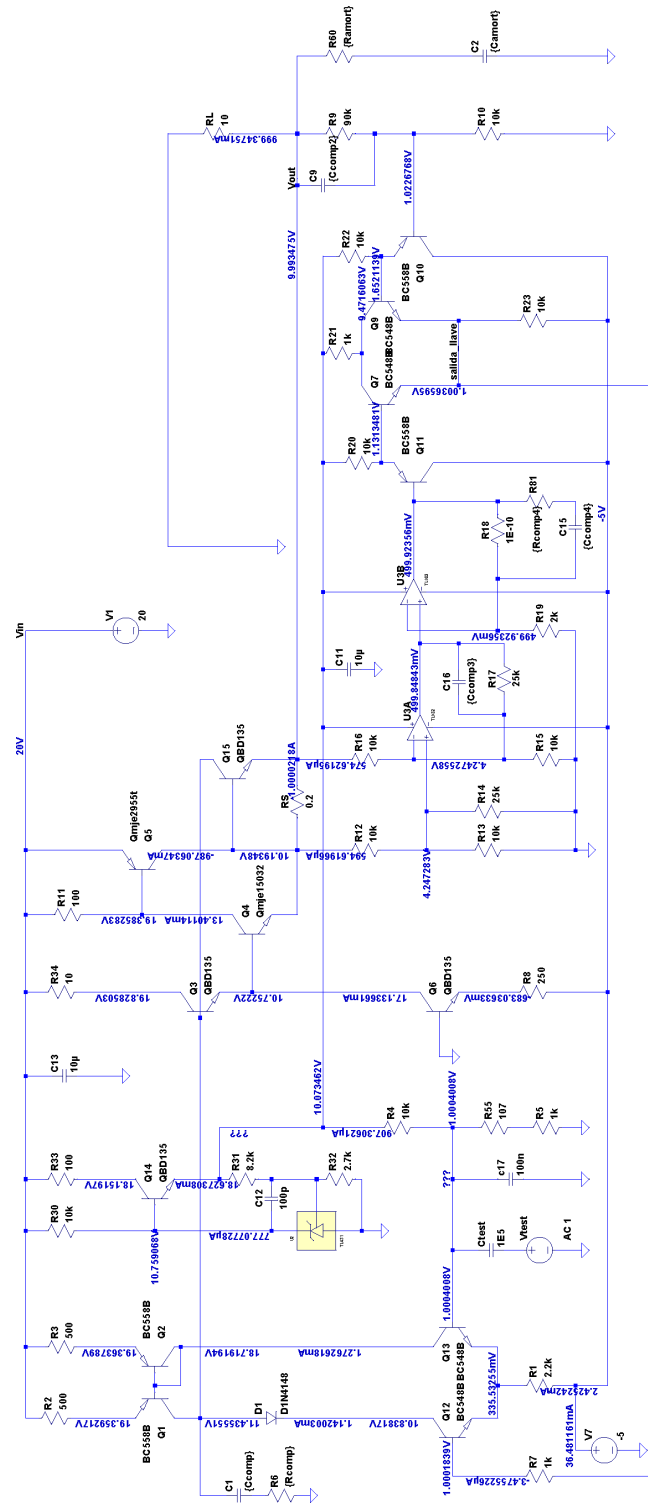


Figura 1.2: Circuito utilizado para la obtención de la respuesta en frecuencia.

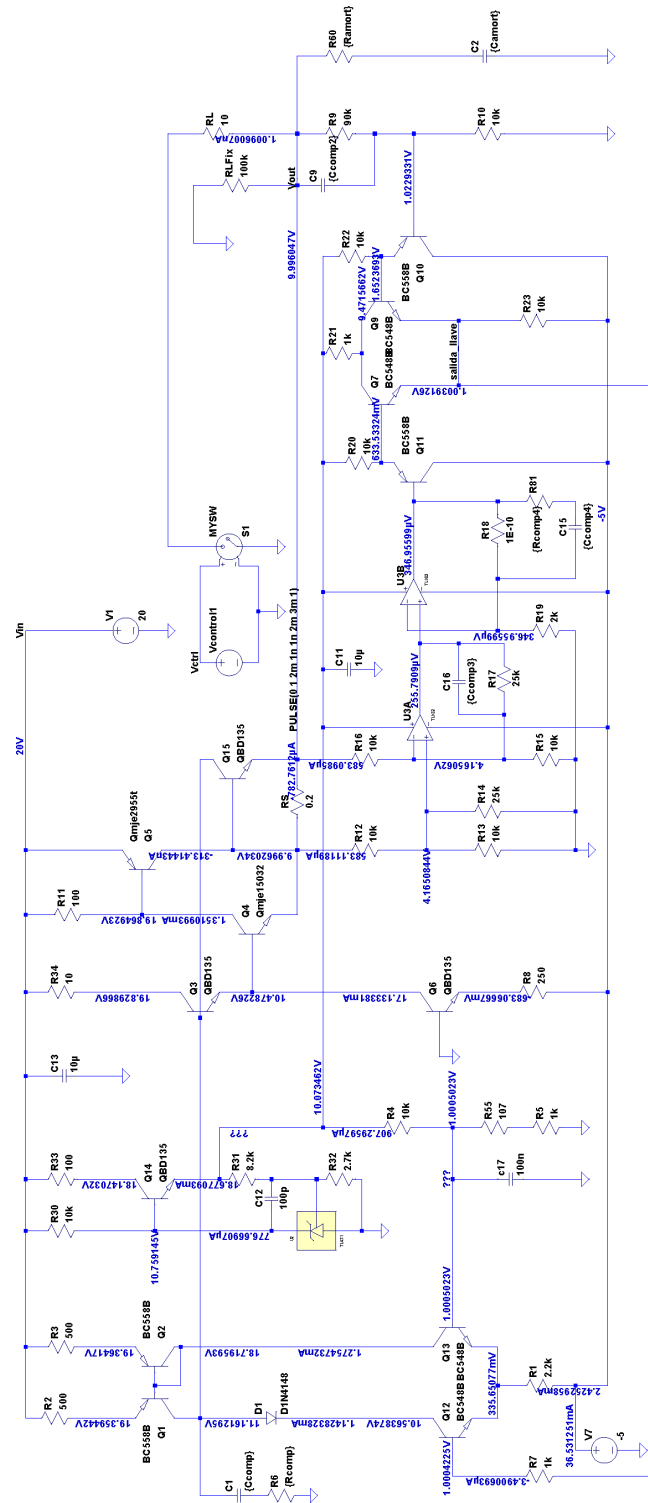


Figura 1.3: Circuito utilizado para la obtención de la respuesta dinámica.

2. Análisis cualitativo

2.1. Criterio de compensación

La compensación de un circuito realimentado negativamente, como lo es la fuente de alimentación analizada, consiste básicamente en evitar que la realimentación negativa se torne positiva al variar la frecuencia, ya que al haber presentes en el circuito estímulos de todas las frecuencias, por ejemplo por el ruido, de existir estas frecuencias a la que el circuito se torna inestables, el circuito oscilará. El criterio mas básico utilizado para verificar la estabilidad es observar el **margen de fase** y el **margen de ganancia** del lazo, verificando que ambas son positivas o que tienen un valor mínimo que garantice que ante variaciones del circuito las mismas no se tornen negativas. El buscar que los márgenes sean positivos corresponde a buscar que nunca se alcance el estado dado por el **criterio de Barkhausen**:

$$\begin{aligned} |a_{(j\cdot\omega)} \cdot \beta_{(j\cdot\omega)}| &= 1 \\ \wedge \\ \angle a_{(j\cdot\omega)} \cdot \beta_{(j\cdot\omega)} &= 2 \cdot n \cdot \pi, \quad n \in \{0, 1, 2, \dots\} \end{aligned} \tag{2.1}$$

En el caso particular de la fuente de alimentación, la realimentación se realiza entrando por la entrada negativa de la etapa diferencial, con lo que ya se tienen -180° de desfase, con lo que si la fase de la ganancia de lazo alcanza -180° , cuando la ganancia es aún mayor a 0dB, el circuito se tornará inestable. De lo dicho anteriormente, el margen de fase se obtiene de observar cuanto le falta a la fase de la ganancia de lazo para alcanzar los -180° cuando el módulo de la ganancia llega a 0dB, ganancia unitaria. Similarmente, el margen de ganancia se obtiene como la ganancia por debajo de 0dB cuando la fase alcanza los -180° .

2.2. Análisis de la compensación

En esta sección analizamos la localización de las redes de compensación, su ubicación y el efecto que las mismas tienen en la respuesta del circuito.

3. Observaciones y conclusiones

3.1. Observaciones y conclusiones

4. Bibliografía

Referencias

- [1] *Analysis and Design of Analog Integrated Circuits (3rd Edition)*
Author: Paul R. Gray
Author: Robert G. Meyer
Publisher: John Wiley & Sons, Inc.; 3rd Edition (January 15, 1993)
Copyright: © 1993, John Wiley & Sons, Inc.
ISBN 10: 0471574953
Website: [Analysis and Design of Analog Integrated Circuits \(3rd Edition\)](#)
- [2] *Analysis and Design of Analog Integrated Circuits (4th Edition)*
Author: Paul R. Gray
Author: Paul J. Hurst
Author: Stephen H. Lewis
Author: Robert G. Meyer
Publisher: John Wiley & Sons, Inc.; 4th Edition (2001)
Copyright: © 2001, John Wiley & Sons, Inc.
ISBN 10: 0471321680
ISBN 13: 9780471321682
Website: [Analysis and Design of Analog Integrated Circuits \(4th Edition\)](#)
- [3] *Analysis and Design of Analog Integrated Circuits (5th Edition)*
Author: Paul R. Gray
Author: Paul J. Hurst
Author: Stephen H. Lewis
Author: Robert G. Meyer
Publisher: John Wiley & Sons, Inc.; 5th Edition (2009)
Copyright: © 2001, John Wiley & Sons, Inc.
ISBN 10: 0470245999
ISBN 13: 9780470245996
Website: [Analysis and Design of Analog Integrated Circuits \(5th Edition\)](#)

[4] *Circuitos microelectrónicos (4^{ta} Edición) español*

Author: Adel. S. Sedra

Author: Kenneth C. Smith

Publisher: Oxford, University press; 4^{ta} Edición (2001)

Copyright: © 1999, Oxford, University press México.

Original Copyright: © 1998, 1991, 1987, 1982, Oxford, University press Inc.

ISBN 10: 01951166310

Website: [Circuitos microelectrónicos \(4^{ta} Edición\) español](#)

[5] *Microelectronic circuits (5th Edition)*

Author: Adel. S. Sedra

Author: Kenneth C. Smith

Publisher: Oxford, University press; 5th Edition (2004)

Copyright: © 2004, 1998, 1991, 1987, 1982, Oxford, University press Inc.

ISBN 10: 0195142527

Website: [Microelectronic circuits \(5th Edition\)](#)

Apéndices

A. Análisis teórico de subcircuitos

B. Hojas de datos

B.1. TL431

TL431

Adjustable precision shunt regulator

Manufacturer page: <http://www.ti.com/product/TL431>

Manufacturer Datasheet: <http://www.ti.com/lit/gpn/tl431>

B.2. TL082

TL082

Dual High Slew Rate JFET-Input Operational Amplifier

Manufacturer page: <http://www.ti.com/product/TL082?keyMatch=TL082>

Manufacturer Datasheet: <http://www.ti.com/lit/gpn/tl082>

B.3. BC548

BC548

NPN Epitaxial Silicon Transistor

Manufacturer page: <https://www.onsemi.com/PowerSolutions/product.do?id=BC548>

Manufacturer Datasheet: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/BC550-D.pdf>

B.4. BC558

BC558

PNP Bipolar Transistor

Manufacturer page: <https://www.onsemi.com/PowerSolutions/product.do?id=BC558B>

Manufacturer Datasheet: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/BC556B-D.PDF>

B.5. BD137***BD137***

1,5A, 60V *NPN Bipolar Power Transistor*

Manufacturer page: <https://www.onsemi.com/PowerSolutions/product.do?id=BD137>

Manufacturer Datasheet: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/BD135-D.PDF>

B.6. MJE15032***MJE15032***

Bipolar Transistor, NPN, 250V, 8,0A

Manufacturer page: <https://www.onsemi.com/PowerSolutions/product.do?id=MJE15032>

Manufacturer Datasheet: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/MJE15032-D.PDF>

B.7. MJE2955***MJE2955***

Bipolar Power Transistor, PNP, 10A, 60V, 75W

Manufacturer page: <https://www.onsemi.com/PowerSolutions/product.do?id=MJE2955T>

Manufacturer Datasheet: <https://www.onsemi.com/pub/Collateral/MJE2955T-D.PDF>

B.8. Metal film resistor***Metal film resistor***

Metal film resistor

Manufacturer page: <https://www.vishay.com/resistors-fixed/metal-film/tab/doclibrary/>

B.9. Carbon film resistor***Carbon film resistor***

Carbon film resistor

Manufacturer page: <http://www.vishay.com/resistors-fixed/carbon-film/tab/doclibrary/>

B.10. Ceramic capacitor*Ceramic capacitor**Ceramic disk capacitor*Manufacturer page: <https://www.vishay.com/capacitors/ceramic/disc/>**B.11. Electrolytic Aluminum capacitor***Electrolytic capacitor**Electrolytic aluminum capacitor*Manufacturer page: <https://www.vishay.com/capacitors/aluminum/>