

RANGKAIAN ELEKTRONIKA II

Negative Feedback



Mifta Nur Farid, S.T., M.T.
miftanurfarid@lecturer.itk.ac.id

Teknik Elektro
Institut Teknologi Kalimantan
Balikpapan, Indonesia

Maret 10, 2021

Mahasiswa mampu memperbandingkan keempat jenis negative feedback (C5, P4, A4)

Bahan Kajian

1. Konsep dasar negative feedback;
2. VCVS voltage gain;
3. ICVS amplifier;
4. VCIS amplifier;
5. ICIS amplifier.

Empat Jenis Negative Feedback

- Negative feedback pertama → menstabilkan voltage gain, meningkatkan impedansi input, menurunkan impedansi output
- Dengan adanya transistor & op amps → bertambah 3 jenis negative feedback

Ide Dasar

- Input dan output negative feedback amplifier bisa berupa tegangan maupun arus → 4 tipe negative feedback

Input	Output	Circuit	z_{in}	z_{out}	Converts	Ratio	Symbol	Type of amplifier
V	V	VCVS	∞	0	—	v_{out}/v_{in}	A_v	Voltage amplifier
I	V	ICVS	0	0	i to v	v_{out}/i_{in}	r_m	Transresistance amplifier
V	I	VCIS	∞	∞	v to i	i_{out}/v_{in}	g_m	Transconductance amplifier
I	I	ICIS	0	∞	—	i_{out}/i_{in}	A_i	Current amplifier

Gambar. 1: Perbandingan ideal negative feedback

Ide Dasar

- **Jenis 1:** tegangan input dan tegangan output
 - Rangkaian yang menggunakan negative feedback jenis ini disebut **voltage-controlled voltage source (VCVS)**
 - Merupakan ideal voltage amplifier → menstabilkan voltage gain, impedansi input tak hingga, impedansi output nol
- **Jenis 2:** Arus input mengendalikan tegangan output
 - Rangkaian yang menggunakan negative feedback jenis ini disebut **current-controlled voltage source (ICVS)**
 - Disebut juga **transresistance amplifier** karena rasio dari v_{out}/i_{in} memiliki satuan ohm

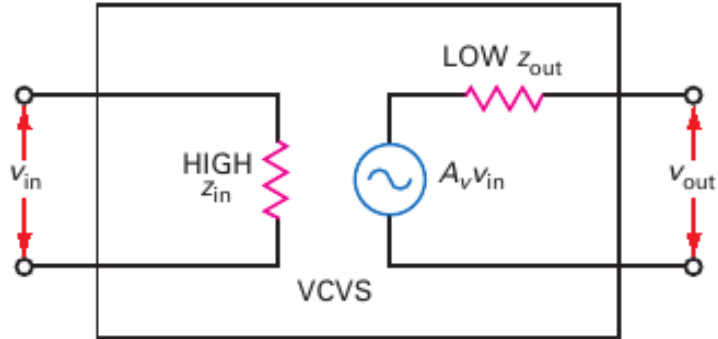
Ide Dasar

- **Jenis 3:** Tegangan input mengendalikan arus output
 - Rangkaian yang menggunakan negative feedback jenis ini disebut **voltage-controlled current source (VCIS)**
 - Disebut juga **transconductance amplifier** karena rasio dari i_{out}/v_{in} memiliki satuan mho
- **Jenis 4:** Arus input dikuatkan untuk mendapatkan arus output yang lebih besar
 - Rangkaian yang menggunakan negative feedback jenis ini disebut **current-controlled current source (ICIS)**
 - Merupakan ideal current amplifier karena menstabilkan current gain, impedansi input nol dan impedansi output tak hingga

Konverter

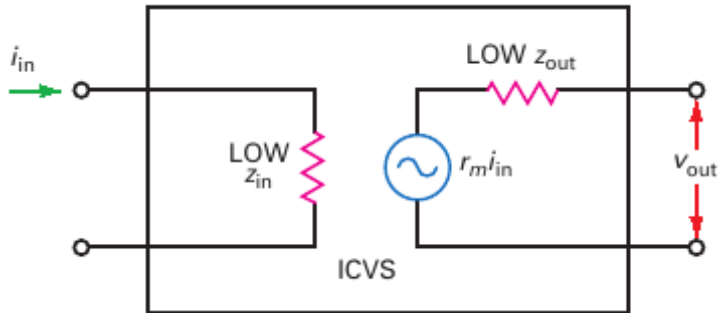
- Rangkaian VCVS dan ICIS disebut sebagai amplifier → make sense, karena VCVS = voltage amplifier dan ICIS = current amplifier
- Namun bagaimana dengan transconductance dan transresistance amplifier ? → input dan outputnya berbeda
- Rangkaian transconductance dan transresistance amplifier → converter
- VCIS → voltage-to-current converter
- ICVS → current-to-voltage converter

Diagram



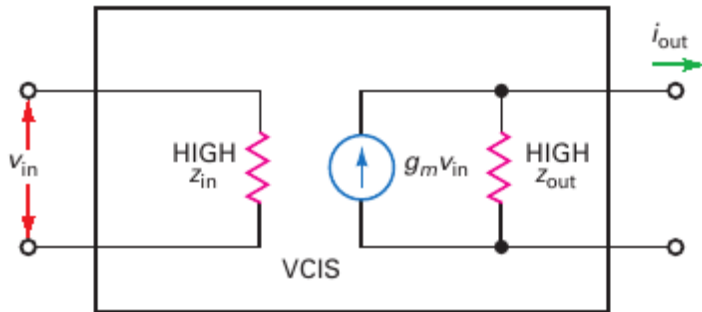
Gambar. 2: Voltage-controlled voltage source

Diagram



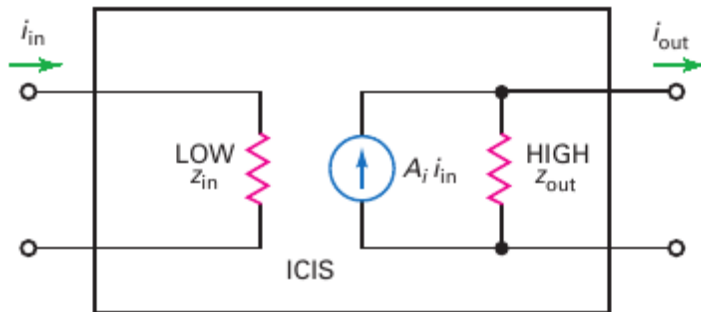
Gambar. 3: Current-controlled voltage source

Diagram



Gambar. 4: Voltage-controlled current source

Diagram

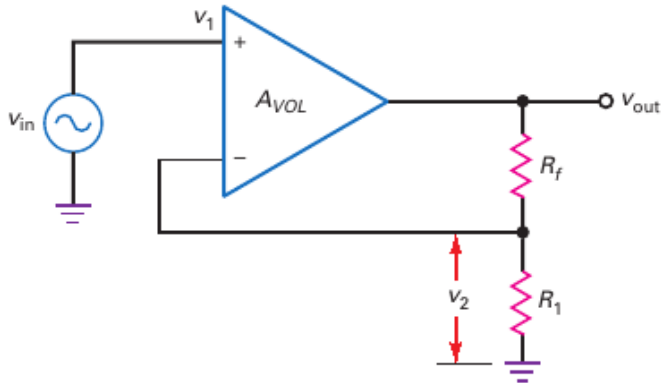


Gambar. 5: Current-controlled current source

Pengantar VCVS Voltage Gain

- Sebelumnya kita telah menganalisa noninverting amplifier, sebuah implementasi secara luas dari VCVS.
- Pada bab ini, kita akan memeriksa kembali noninverting amplifier dan menggali lebih dalam terkait voltage gain-nya.

Exact Closed-Loop Voltage Gain



Gambar. 6: VCVS amplifier / noninverting amplifier

Exact Closed-Loop Voltage Gain

- Sebuah op amp biasanya memiliki open-loop voltage gain (A_{VOL}) sebesar 100000 bahkan lebih.
- Karena ada pembagi tegangan maka sebagian dari tegangan output diumpankan kembali ke inverting input.
- Feedback fraction atau feedback attenuation factor: mengindikasikan berapa banyak tegangan keluaran teratenuasi sebelum sinyal feedback mencapai inverting input.
- Persamaan feedback fraction adalah

$$B = \frac{v_2}{v_{out}} \quad (1)$$

Exact Closed-Loop Voltage Gain

- Closed-loop voltage gain:

$$A_{v(CL)} = \frac{A_{VOL}}{1 + A_{VOL}B} \quad (2)$$

- Berdasarkan Gambar 1, $A_v = A_{v(CL)}$, maka exact closed-loop voltage gain dari setiap VCVS:

$$A_v = \frac{A_{VOL}}{1 + A_{VOL}B} \quad (3)$$

Loop Gain

- Istilah dari $A_{VOL}B$ adalah Loop Gain.
- Disebut loop gain karena voltage gain dari forward dan feedback path.
- Loop gain sangat penting dalam mendesain negative-feedback amplifier.
- Dalam praktiknya, loop gain dibuat sangat besar.
- Semakin besar loop gain maka semakin baik. Karena loop gain menstabilkan voltage gain dan memperbaiki gain stability, distortion, offset, impedansi input dan impedansi output

Ideal Closed-Loop Voltage Gain

- Agar VCVS bekerja dengan baik, maka loop gain harus jauh lebih besar daripada unity

$$A_v = \frac{A_{VOL}}{1 + A_{VOL}B} \cong \frac{A_{VOL}}{A_{VOL}B} = \frac{1}{B} \quad (4)$$

- Exact closed-loop gain sedikit lebih kecil daripada ideal closed-loop gain.
- Jika perlu, kita dapat menghitung percent error antara nilai ideal dan exact:

$$\%Error = \frac{100\%}{1 + A_{VOL}B} \quad (5)$$

- Misalkan: jika $1 + A_{VOL}B$ adalah 1000 atau 60 dB, maka error hanya 0.1 %. Artinya nilai exact hanya 0.1 % lebih kecil daripada nilai idealnya.

Menggunakan Persamaan Ideal

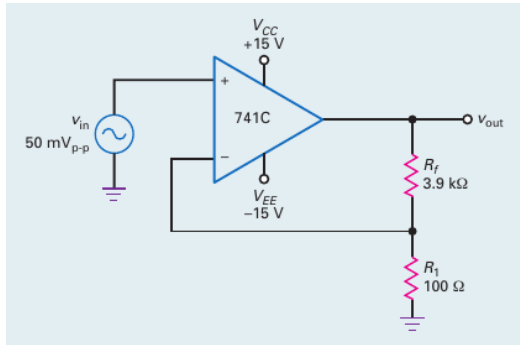
- Persamaan 4 dapat digunakan untuk menghitung ideal closed-loop voltage gain dari setiap VCVS amplifier.
- Caranya dengan menghitung feedback fraction menggunakan persamaan 3 kemudian ambil reciprocalnya
- Contohnya, berdasarkan Gambar 6, feedback fraction:

$$V = \frac{v_2}{v_{out}} = \frac{R_1}{R_1 + R_f} \quad (6)$$

Dengan mengambil reciprocalnya:

$$A_v \cong \frac{1}{V} = \frac{R_1 + R_f}{R_1} = \frac{R_f}{R_1} + 1$$

Contoh Soal 3.4



■ Pertanyaan:

- Berdasarkan gambar di samping, jika A_{VOL} dari 741C adalah 100000, tentukan feedback fraction, ideal closed-loop voltage gain, percent error, dan exact closed-loop voltage gain.

Current-Controlled Voltage Source (ICVS)

content

Voltage-Controlled Current Source (VCIS)

content

Current-Controlled Current Source (ICIS)

content

TERIMA KASIH