

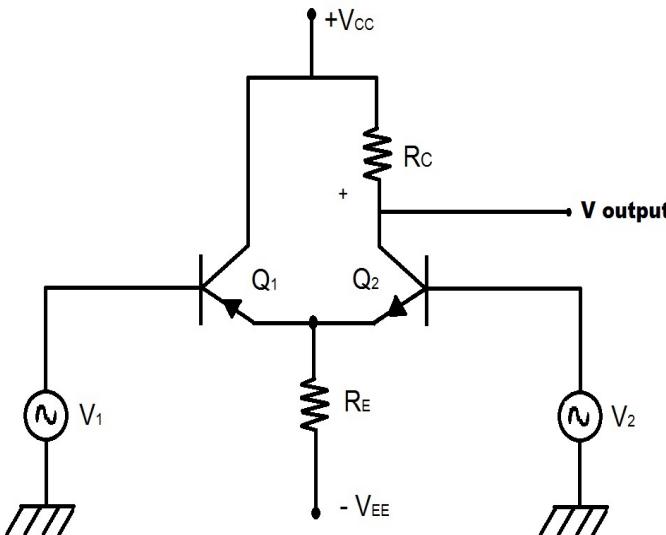
# Elektronika Dasar

## Pertemuan ke 15

# OPERATIONAL AMPLIFIER

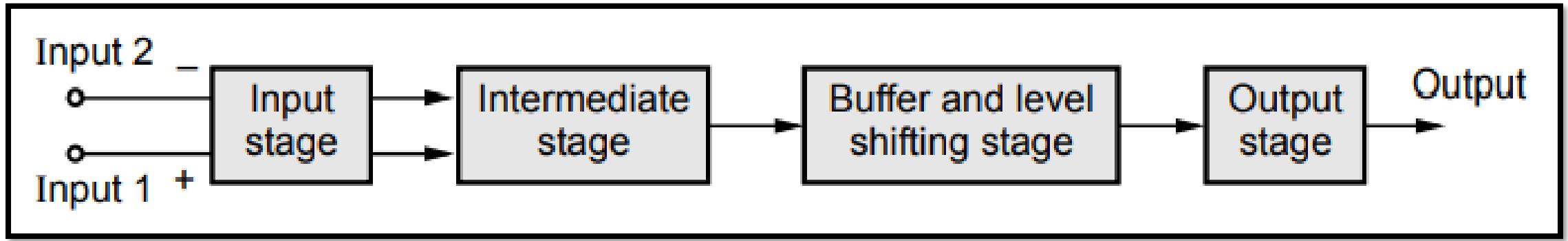
## (Op-Amp)

Penguat operasional (Op-amp) dinamakan juga dengan penguat diferensial (differential amplifier). Sesuai dengan istilah ini, op-amp adalah komponen IC yang memiliki 2 input tegangan dan 1 output tegangan, dimana tegangan output-nya adalah proporsional terhadap perbedaan tegangan antara kedua inputnya itu.



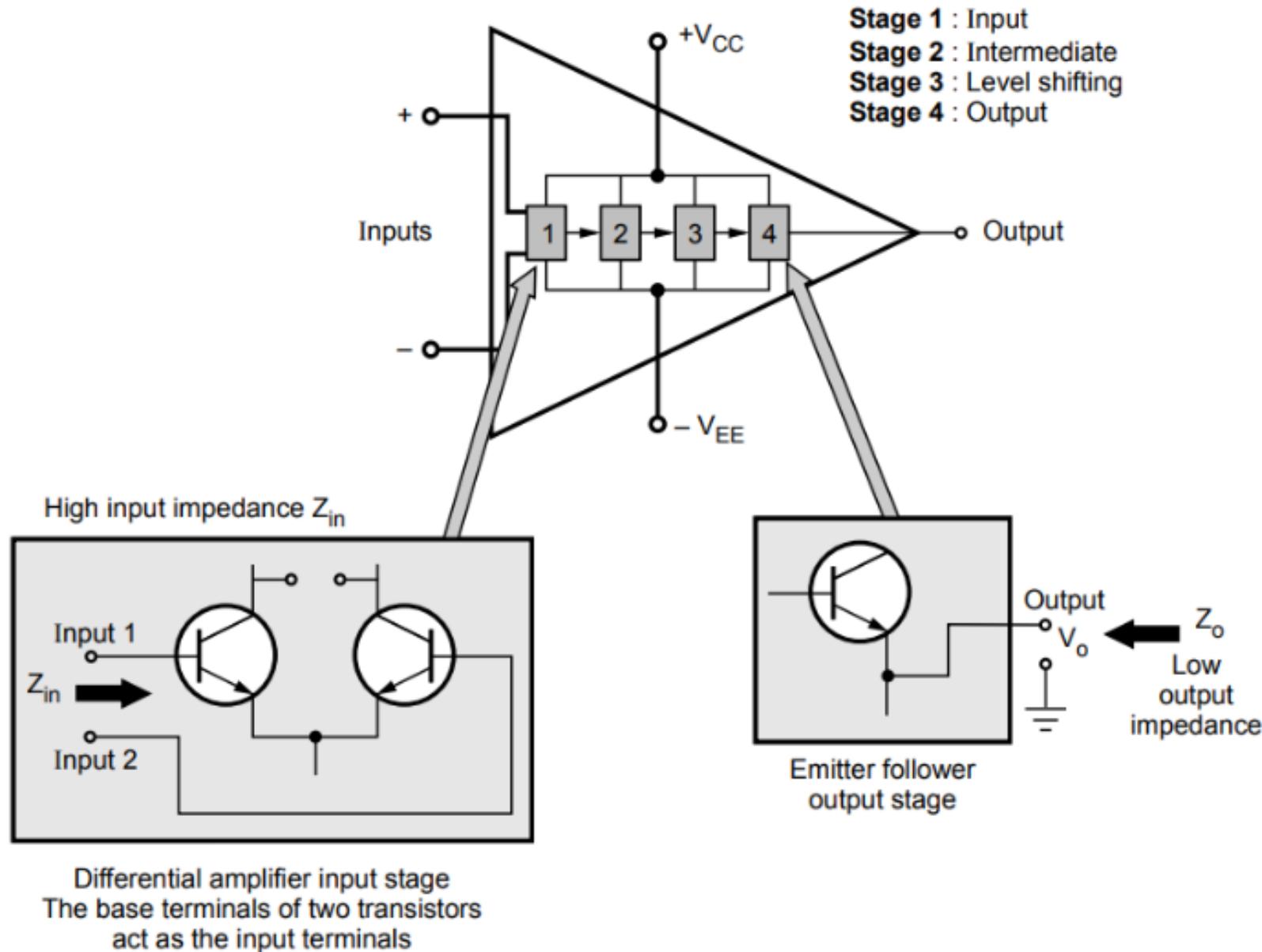
Penguat differensial merupakan penguat yang berfungsi untuk menguatkan hasil operasi pengurangan terhadap dua sinyal masukan yang diberikan. Pada penguat differensial, sinyal tidak diberikan pada salah satu input Op-Amp melainkan pada kedua input Op-Amp.

## Diagram Op-amp



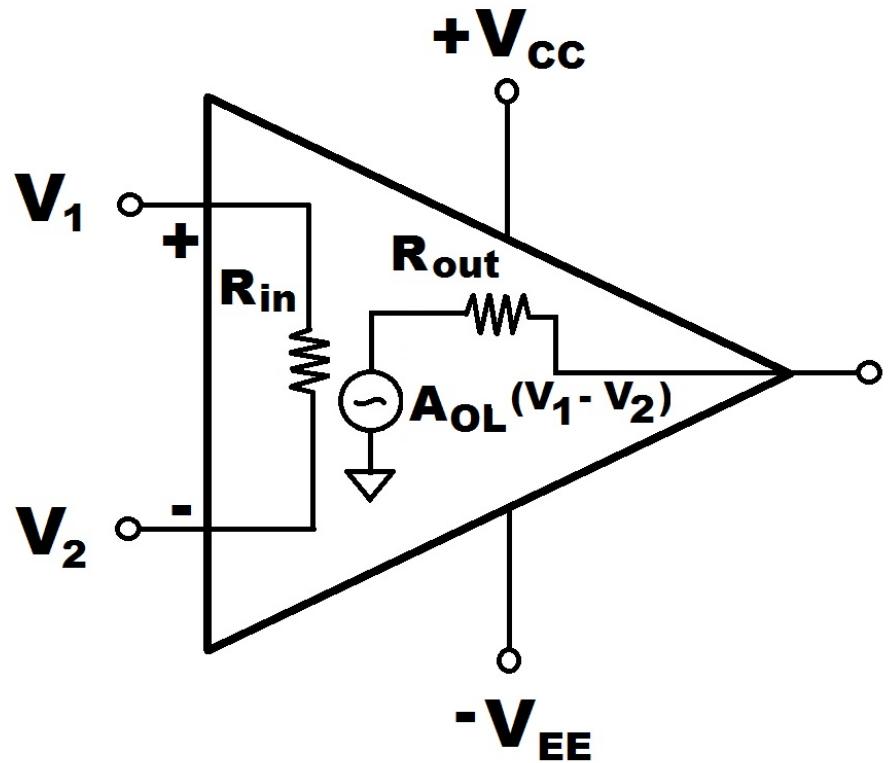
Op-amp di dalamnya terdiri dari beberapa bagian, yang pertama adalah penguat diferensial, lalu ada tahap penguatan (*gain*), selanjutnya ada rangkaian penggeser level (*level shifter*) dan kemudian penguat akhir yang biasanya dibuat dengan penguat *push-pull* kelas B.

# Simbol Op-amp



## Simbol Op-amp

Op-amp terdiri dari 2 input : non-inverting (+) dan inverting (-). Umumnya op-amp bekerja dengan dual supply ( $+V_{cc}$  dan  $-V_{ee}$ ) namun banyak juga op-amp dibuat dengan single supply ( $V_{cc}$  – ground).

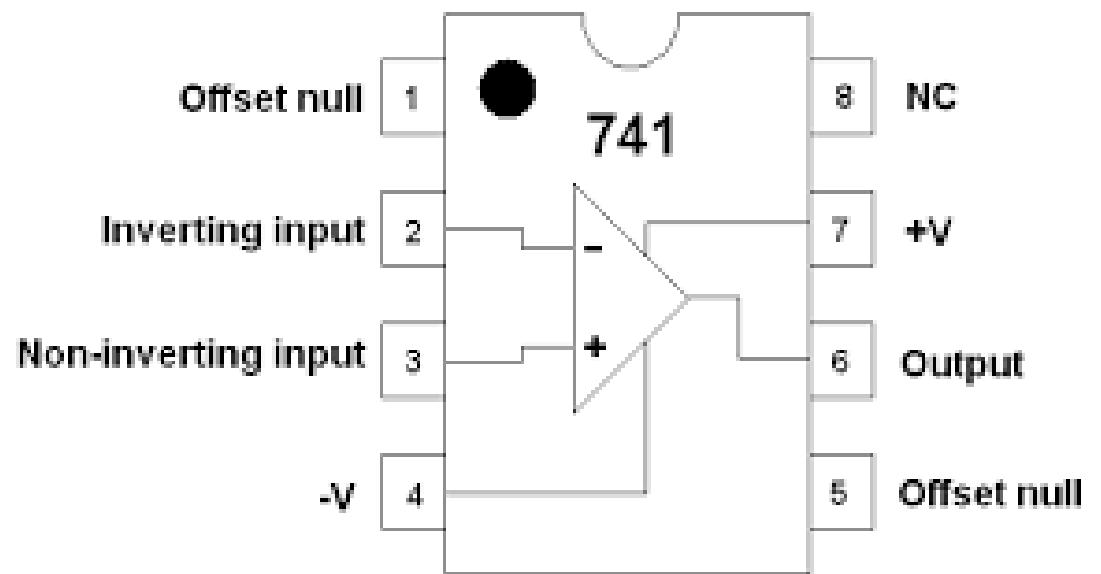
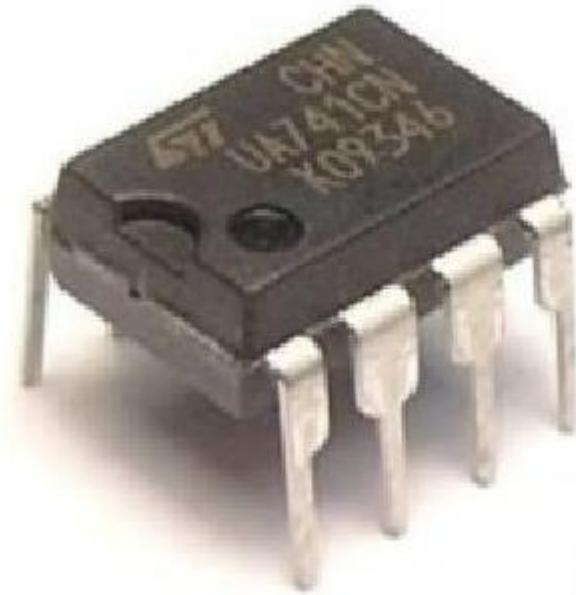
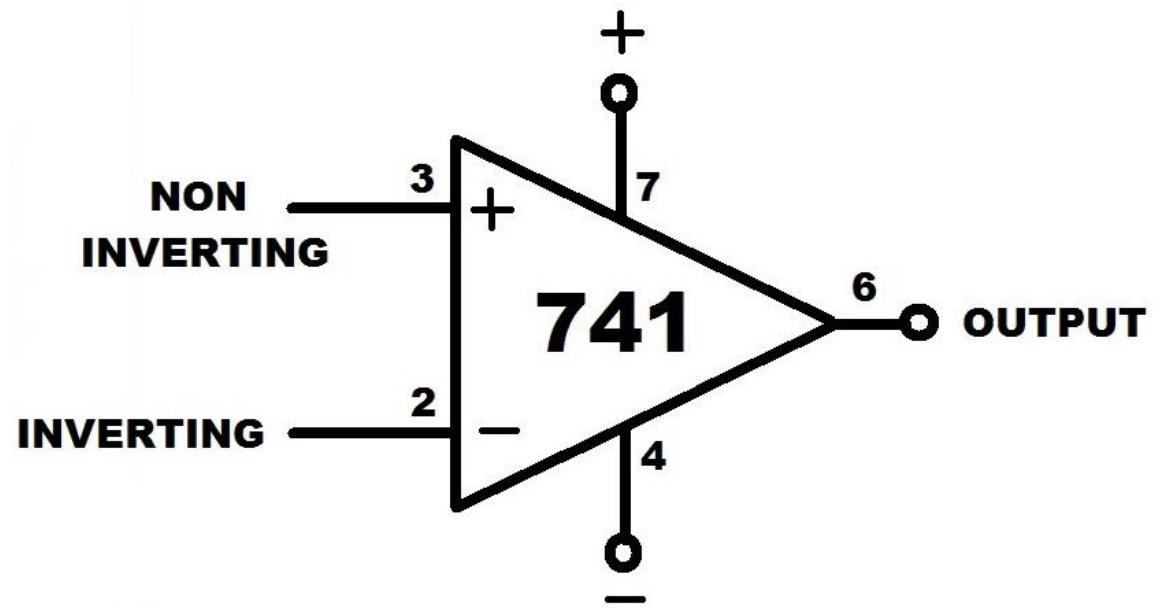


Simbol rangkaian di dalam op-amp adalah parameter umum dari sebuah op-amp.  $R_{in}$  adalah resistansi input yang nilai idealnya tak terhingga.  $R_{out}$  adalah resistansi output dan besar resistansi idealnya 0 (nol). Sedangkan  $A_{OL}$  adalah nilai penguatan *open loop* dan nilai idealnya tak terhingga.

## Karakteristik Op-amp

Parameter	Ideal	LM741	LF347	LM318
Open-loop Gain ( $A_{OL}$ )	$\infty$	$2 \cdot 10^5$	$10^5$	$2 \cdot 10^5$
Input Resistance ( $R_{in}$ )	$\infty \Omega$	$2 M\Omega$	$10^{12} \Omega$	$3 M\Omega$
Output Resistance ( $R_o$ )	$0 \Omega$	$75 \Omega$	$75 \Omega$	$75 \Omega$
Gain Bandwidth Product	$\infty$ Hz	$1$ MHz	$4$ MHz	$15$ MHz
CMRR	$\infty$	90 dB	100 dB	100 dB

# Simbol Op-amp



## **Sifat-sifat Op-Amp**

- Memiliki penguatan diferensial yang tak terhingga
- memiliki impedansi/resistansi masukan nya tak terhingga
- memiliki impedansi/resistansi keluaran nya sama dengan nol (0)
- Arus pada kedua masukan nya sama dengan nol (0)

## Parameter CMRR

CMRR menggambarkan kemampuan IC untuk membedakan sinyal yang diterapkan pada kedua inputnya dan menolak komponen sinyal yang sama (*common-mode signal*) pada kedua input.

Pengukuran kemampuan penguatan untuk menangkal sinyal *common-mode* adalah suatu parameter yang disebut **CMRR** (*Common-Mode Rejection Ratio*).

$$CMRR = \frac{A_{OL}}{A_{CM}}$$

$$CMRR = 20\log \left[ \frac{A_{OL}}{A_{CM}} \right] \text{ dalam desibel (dB)}$$

## Parameter CMRR

### Perbedaan Sinyal Diferensial dan Sinyal *Common-Mode*

- Sinyal Diferensial: Ini adalah sinyal yang berbeda antara dua input penguat (input inverting dan non-inverting). Tujuan penguat adalah untuk memperkuat sinyal diferensial ini.
- Sinyal Common-Mode: Ini adalah sinyal yang sama pada kedua input penguat. Misalnya, jika ada noise yang merambat di sepanjang kabel input penguat, maka noise ini akan muncul sebagai sinyal common-mode.

## Parameter CMRR

### Pentingnya CMRR

- Noise Rejection: Salah satu fungsi utama CMRR adalah kemampuannya untuk menolak noise *common-mode*, seperti gangguan elektromagnetik atau gangguan dari sumber daya yang terinduksi di kedua input. Ini sangat penting dalam aplikasi yang memerlukan pengukuran presisi tinggi, seperti sensor atau sistem kontrol.
- Stabilitas Sirkuit: Dengan CMRR yang tinggi, penguat op-amp lebih stabil dalam lingkungan yang bising dan sinyal input dapat diperkuat dengan lebih akurat tanpa pengaruh noise eksternal.

## Contoh Soal

Suatu Op-Amp memiliki penguatan tegangan diferensial *open-loop* 100.000 dan penguatan *common-mode* 0,2. Tentukan CMRR dan nyatakan ke dalam decibel (dB).

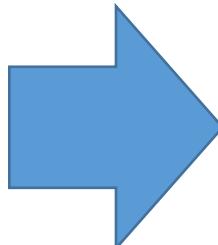
Penyelesaian

$$A_{OL} = 100.000$$

$$A_{CM} = 0,2$$

$$\begin{aligned} CMRR &= \frac{A_{OL}}{A_{CM}} \\ &= \frac{100000}{0,2} = 500000 \end{aligned}$$

Dinyatakan dalam desibel :



$$\begin{aligned} CMRR &= 20\log(500000) \\ &= 114 \text{ dB} \end{aligned}$$