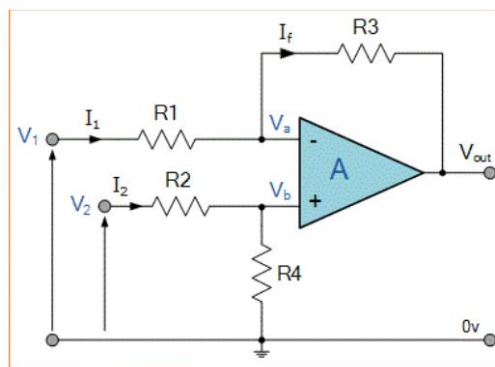


PENGUAT DIFERENSIAL

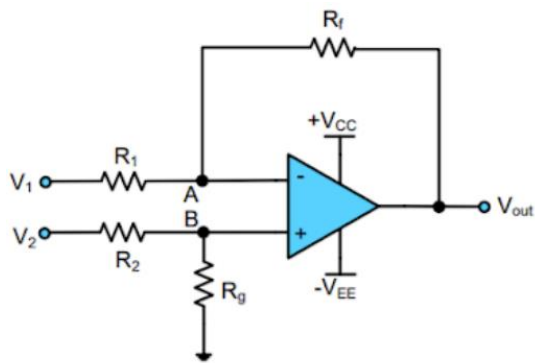
1. Rangkaian Dasar Penguat Diferensial

Penguat diferensial adalah jenis penguat elektronik yang menguatkan perbedaan antara dua masukan tegangan tetapi menekan setiap tegangan umum untuk dua input. Rangkaian ini adalah rangkaian analog dengan dua input dan satu output di mana output idealnya sebanding dengan perbedaan antara dua tegangan. Penguat tunggal biasanya diimplementasikan dengan menambahkan resistor umpan balik yang sesuai ke Op-Amp standar, atau dengan sirkuit terintegrasi khusus yang berisi resistor umpan balik internal. Ini juga merupakan sub-komponen umum dari sirkuit terintegrasi yang lebih besar yang menangani sinyal analog. Dimana tegangan input adalah gain diferensial. Namun, dalam praktiknya, gain tidak cukup sama untuk kedua input. Ini berarti, misalnya, jika dua sama, output tidak akan menjadi nol, seperti dalam kasus ideal. Ekspresi yang lebih realistis untuk keluaran penguat diferensial dengan demikian mencakup suku kedua, disebut gain mode umum dari penguat. Karena penguat diferensial sering digunakan untuk menghilangkan noise atau tegangan bias yang muncul pada kedua input, gain mode umum yang rendah biasanya diinginkan. The rasio umum-mode penolakan (CMRR), biasanya didefinisikan sebagai rasio antara keuntungan diferensial-mode dan common-mode gain, menunjukkan kemampuan penguat untuk secara akurat membatalkan tegangan yang umum untuk kedua input. Rasio penolakan mode umum didefinisikan sebagai. Dalam penguat diferensial simetris sempurna, adalah nol dan CMRR tidak terbatas. Perhatikan bahwa penguat diferensial adalah bentuk penguat yang lebih umum daripada penguat dengan input tunggal; dengan membubungkan satu input penguat diferensial, hasil penguat ujung tunggal.



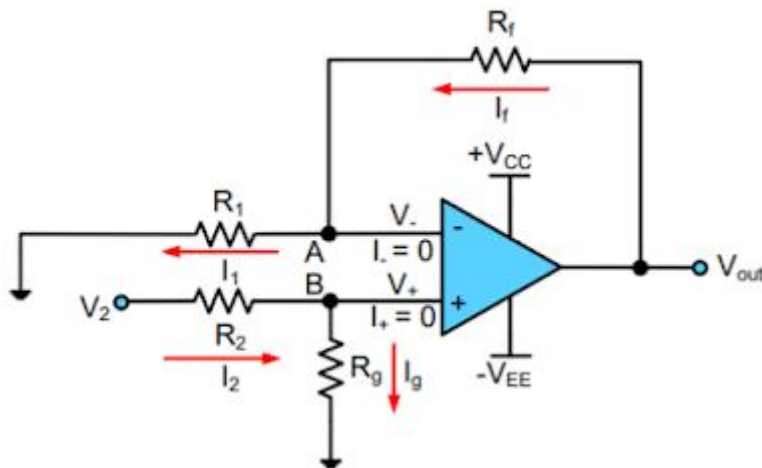
2. Op Amp Sebagai Penguat Diferensial

Op-Amp memiliki banyak sekali fungsi, salah satunya sebagai penguat Differensial. Penguat differensial merupakan penguat yang berfungsi untuk menguatkan hasil operasi pengurangan terhadap dua sinyal masukan yang diberikan. Penguat differensial juga sering disebut sebagai penguat subtractor. Pada penguat differensial, sinyal tidak diberikan pada salah satu input Op-Amp melainkan pada kedua input Op-Amp. Berikut rangkaian penguat differensial dapat dilihat pada gambar



A. Analisis Rangkaian Penguat Differensial saat V1 dihubungkan singkat

Pada penguat differensial, sinyal diberikan pada kedua input Op-Amp, oleh karena itu untuk mempermudah analisis rangkaian penguat differensial perlu diterapkan teori superposisi dengan asumsi setiap sumber bekerja sendiri tanpa pengaruh sumber yang lain. Dengan demikian, untuk analisis rangkaian menggunakan sumber tegangan V2, maka sumber tegangan V1 harus dihubungkan singkat. Kemudian terapkan hukum Kirchoff arus pada titik cabang A dan B serta asumsi $I_+ = I_- = 0$, sehingga gambar rangkaian penguat differensial menjadi seperti Gambar 2.



Gambar 2 Analisis Rangkaian Penguat Differensial dengan V1 dihubungkan singkat

Dari Gambar 2. didapatkan persamaan arus yang mengalir pada titik cabang A, sebagai berikut:

Persamaan 1 :

$$I_f = I_g$$

Dengan menggunakan teori tegangan titik simpul, persamaan (1) dapat dijabarkan menjadi:

Persamaan 2 :

$$\frac{V_{out} - V_A}{R_f} = \frac{V_A - 0}{R_g}$$

$$\frac{V_{out} - V_A}{R_f} = \frac{V_A}{R_g}$$

Karena $V_+ = V_B$ dan $V_- = V_A$, serta asumsi nilai $V_+ = V_-$ maka dapat dituliskan nilai $V_B = V_A$. Sehingga persamaan (2) menjadi:

Persamaan 3 :

$$\frac{V_{out} - V_B}{R_f} = \frac{V_B}{R_g}$$

Dengan menyederhanakan persamaan (3), dapat diperoleh persamaan tegangan keluaran dari penguat differensial ketika V_1 dihubung singkat:

Persamaan 4 :

$$\frac{V_{out} - V_B}{R_f} = \frac{V_B}{R_g}$$

$$\frac{V_{out}}{R_f} - \frac{V_B}{R_f} = \frac{V_B}{R_g}$$

$$\frac{V_{out}}{R_f} = \frac{V_B}{R_g} + \frac{V_B}{R_f}$$

$$V_{out} = R_f \left(\frac{1}{R_g} + \frac{1}{R_f} \right) V_B$$

$$V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_g} + \frac{R_f}{R_f} \right) V_B$$

$$V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_g} + 1 \right) V_B$$

Karena nilai dari V_B belum diketahui, maka nilai V_B perlu dicari terlebih dahulu. Nilai dari V_B dapat diperoleh dengan menerapkan rumus pembagi tegangan pada R_2 dan R_g .

Persamaan 5 :

$$V_B = \left(\frac{R_g}{R_2 + R_g} \right) V_2$$

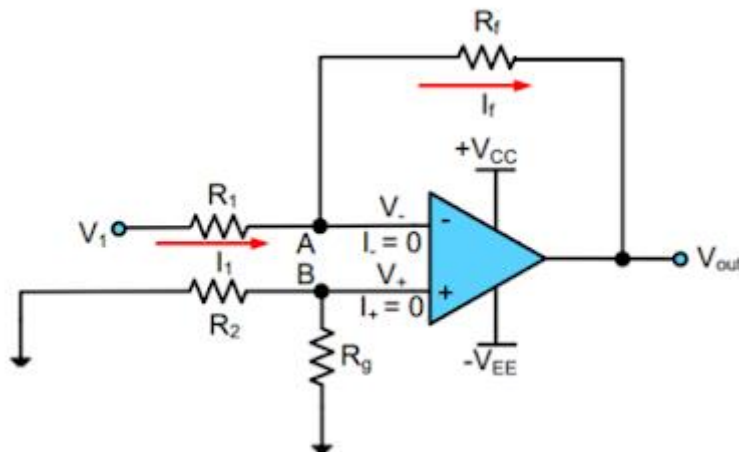
Dengan mensubstitusikan persamaan (5) ke dalam persamaan (4.11). Didapatkan persamaan tegangan keluaran dari penguat differensial ketika V1 dihubungkan singkat:

Persamaan 6 :

$$V_{out'} = \left(\frac{R_f}{R_1} + 1 \right) \left(\frac{R_g}{R_2 + R_g} \right) V_2$$

B. Analisis Rangkaian Penguat Differensial saat V2 dihubungkan singkat

Setelah diketahui persamaan tegangan keluaran pada sumber tegangan V2, sekarang waktunya mencari persamaan tegangan keluaran pada sumber tegangan V1, dengan cara menghubungkan singkat sumber tegangan V2. Kemudian terapkan hukum Kirchhoff arus pada titik cabang A dan B serta asumsi $I_+ = I_- = 0$, sehingga gambar rangkaian penguat differensial menjadi seperti Gambar 3.



Gambar 3 Analisis Rangkaian Penguat Differensial dengan V2 dihubungkan singkat

Karena V2 dihubungkan singkat dan asumsi $I_+ = I_- = 0$ maka pada titik cabang B tidak terdapat aliran arus ($V_B = 0$), sehingga analisis rangkaian hanya dilakukan pada titik cabang A. Dari Gambar 3.6. didapatkan persamaan arus yang mengalir pada titik cabang A, sebagai berikut:

Persamaan 7 :

$$I_1 = I_f$$

Persamaan 8 :

Dengan menggunakan teori tegangan titik simpul, persamaan (7) dapat dijabarkan menjadi:

$$\frac{V_{in} - V_A}{R_1} = \frac{V_A - V_{out}}{R_f}$$

Persamaan 9 :

Karena $V_+ = V_B = 0$ dan $V_- = V_A$, serta asumsi nilai $V_+ = V_-$ maka dapat dituliskan nilai $V_A = 0$. Sehingga persamaan (8) menjadi:

$$\frac{V_{in} - 0}{R_1} = \frac{0 - V_{out}}{R_f}$$

$$\frac{V_{in}}{R_1} = -\frac{V_{out}}{R_f}$$

Persamaan 10 :

Dengan menyederhanakan persamaan (9), dapat diperoleh persamaan tegangan keluaran dari penguat differensial ketika V2 dihubungkan singkat:

$$\begin{aligned}\frac{V_{in}}{R_1} &= -\frac{V_{out}}{R_f} \\ -R_f \left(\frac{V_{in}}{R_1} \right) &= V_{out} \\ V_{out''} &= -\left(\frac{R_f}{R_1} \right) V_{in}\end{aligned}$$

C. Analisis Akhir Rangkaian Penguat Differensial

Setelah diketahui persamaan tegangan keluaran dari sumber V1 dan V2, maka selanjutnya mencari nilai tegangan keluaran total dari penguat differensial, dengan cara menjumlahkan persamaan (6) dan (10):

Persamaan 11 :

$$V_{out} = V_{out'} + V_{out''}$$

$$V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_1} + 1 \right) \left(\frac{R_g}{R_2 + R_g} \right) V_2 - \left(\frac{R_f}{R_1} \right) V_1$$

Jika nilai $R_1 = R_2$ dan $R_f = R_g$, maka persamaan (11) dapat disederhanakan menjadi:

Persamaan 12 :

$$V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_1} + 1 \right) \left(\frac{R_f}{R_1 + R_f} \right) V_2 - \left(\frac{R_f}{R_1} \right) V_1$$

$$V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_1} + \frac{R_1}{R_1} \right) \left(\frac{R_f}{R_1 + R_f} \right) V_2 - \left(\frac{R_f}{R_1} \right) V_1$$

$$V_{out} = \left(\frac{R_1 + R_f}{R_1} \right) \left(\frac{R_f}{R_1 + R_f} \right) V_2 - \left(\frac{R_f}{R_1} \right) V_1$$

$$V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_1} \right) V_2 - \left(\frac{R_f}{R_1} \right) V_1$$

$$V_{out} = \left(\frac{R_f}{R_1} \right) (V_2 - V_1)$$

Kesimpulan

Penguat differensial merupakan penguat yang berfungsi untuk menguatkan hasil operasi pengurangan terhadap dua sinyal masukan yang diberikan.

Dalam menganalisis rangkaian Op-Amp sebagai penguat terdapat dua aturan penting yaitu:

- (a) Perbedaan tegangan antara kedua masukan Op-Amp adalah nol.
- (b) Arus yang mengalir pada kedua masukan Op-Amp adalah nol.