

Percobaan 1

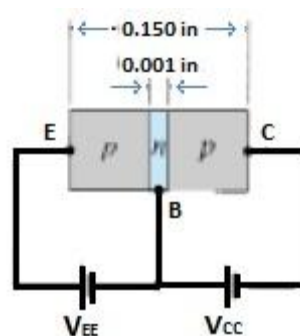
A. Tujuan

- Mahasiswa diharapkan dapat memahami karakteristik switching dari BJT
- Mahasiswa diharapkan dapat menggambarkan kurva karakteristik v-i masukan dan keluaran BJT.

B. DASAR TEORI

Prinsip Kerja Transistor

Transistor adalah divais semikonduktor tiga lapis yang terdiri dari dua lapis material tipe p dan satu lapis material tipe n (transistor pnp) atau dua lapis material tipe n dan satu lapis tipe p (transistor npn). Struktur lapisan kedua transistor ini ditunjukkan pada gambar 1 dengan diberi tegangan bias nya secara benar. Tegangan DC bias diperlukan agar transistor dapat bekerja sesuai dengan apa yang kita inginkan misalkan transistor digunakan sebagai penguat sinyal AC. Lapisan emitor mendapat pengotor (doping) paling banyak dibandingkan lapisan kolektor dan basis. Biasanya rasio/perbandingan antara lebar total lapisan transistor tersebut dengan lapisan tengahnya, yaitu basis, memiliki perbandingan 150 : 1.

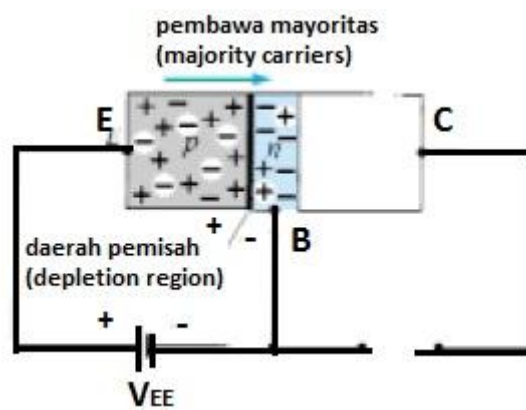


Gambar 1 Tegangan bias pada transistor BJT jenis PNP

Untuk pemberian tegangan bias pada gambar 1, ketiga terminal dari transistor diberi nama E untuk emitor (emitter), C untuk kolektor (collector), dan B untuk basis (base). Transistor jenis ini sering disebut dengan transistor BJT yang merupakan singkatan dari bipolar junction transistor. Alasan mengapa transistor ini disebut dengan bipolar (dua kutub) merujuk pada material yang digunakan dalam proses injeksi yaitu elektron dan hole, dimana kedua jenis material ini memiliki polaritas atau pengkutuban yang saling berlawanan.

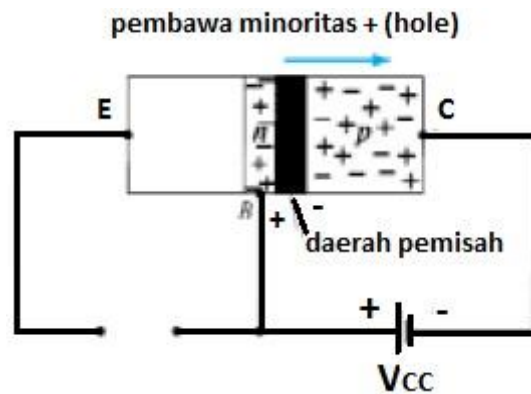
Cara mengoperasikan Transistor BJT

Prinsip kerja dasar dari transistor ini akan dijelaskan dengan menggunakan transistor pnp seperti ditunjukkan pada gambar 1a. Prinsip kerja dasar dari npn sama persis dengan pnp. Hanya saja peran dari elektron pada pnp sama dengan peran hole pada npn. Sedangkan peran hole pada pnp sama dengan peran elektron pada npn. Karakteristik sambungan PN (PN junction) pada transistor mirip dengan yang ada di dioda. Contohnya pada gambar 2. Sambungan PN antara emitor dan basis diberi tegangan maju (forward bias) sehingga daerah pemisah nya (depletion region) semakin menipis, dan terjadi aliran pembawa mayoritas (majority carriers) dari material tipe P (emitor) menuju ke material tipe N (basis).



Gambar 2 Memberi tegangan maju (forward bias) pada salah satu sambungan PN pada transistor mirip dengan sambungan PN pada dioda.

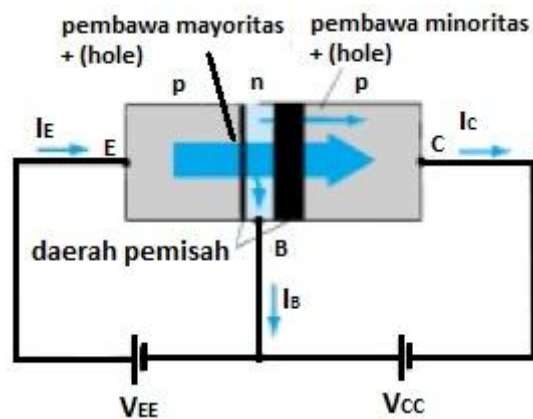
Sekarang mari kita hilangkan tegangan bias antara basis-emitor pada transistor pnp gambar 1a sehingga gambarnya ditunjukkan pada Gambar 3. Karena semikonduktor tipe P mendapat tegangan negatif dan tipe-N mendapat tegangan positif, maka sambungan PN antara kolektor dan basis pada gambar 3 mengalami bias terbalik (reverse bias). Bias terbalik pada transistor BJT sama seperti bias terbalik yang terjadi pada dioda PN. Pada kondisi ini, arus pembawa mayoritas (majority carriers) sama dengan nol, tetapi pada kondisi bias terbalik ini ada arus pembawa minoritas yang mengalir dari P ke N seperti ditunjukkan arah panah pada gambar 3, namun nilainya sangat kecil sekali hanya sekitar beberapa mikro ampere.



Gambar 3 Sambungan PN antara basis-kolektor mengalami bias terbalik (reverse terbalik).

Sekarang perhatikan gambar 4, kedua sambungan pn pada transistor pnp diberi tegangan bias. Dari ketebalan daerah pemisahannya (warna hitam), bisa diketahui sambungan mana yang mengalami bias terbalik dan sambungan mana yang mengalami bias terbalik. Dari gambar tersebut terlihat bahwa sambungan pn antara emitor dan basis mengalami bias maju (forward bias) dan sambungan pn antara basis kolektor mengalami bias terbalik (reverse bias). Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa arus pembawa mayoritas akan mengalami difusi melewati daerah pemisah dari daerah tipe p (emitor) menuju ke tipe n (basis). Lalu pertanyaannya kemakah arus pembawa mayoritas ini selanjutnya akan mengalir? Apakah ke arah basis atau ke arah kolektor? Karena bagian semikonduktor tipe N (basis) yang terletak ditengah lapisan pnp sangat tipis sekali, maka otomatis arus yang mengalir ke basis sangat kecil sekali. Biasanya arus pada basis hanya sekitar beberapa mikro ampere, sedangkan arus kolektor-emitor sekitar beberapa mili ampere. Sebagian besar arus pembawa mayoritas yang mengalir dari emitor ke basis akan diteruskan ke kolektor. Lalu bagaimana bisa? Bukankah sambungan PN antara basis dan kolektor mengalami bias terbalik (reverse bias) seperti ditunjukkan pada gambar 4. Justru kondisi bias terbalik ini yang membuat arus mayoritas diteruskan dari basis menuju kolektor. Mari kita flash back ke teori semikonduktor. Semikonduktor tipe P memiliki pembawa mayoritas hole, tetapi jangan lupa ada juga elektron pada semikonduktor tipe N walaupun jumlahnya sedikit. Oleh karena itu, elektron disebut dengan pembawa minoritas di semikonduktor tipe P. Sebaliknya, pada semikonduktor tipe N, pembawa mayoritasnya adalah elektron, sedangkan pembawa minoritasnya adalah hole. Seperti yang telah kita pelajari pada teori semikonduktor dioda sambungan PN. Pada saat kondisi bias maju (forward bias), arus dapat mengalir, dalam hal ini pembawa mayoritaslah yang mengalir. Tetapi pada saat kondisi bias terbalik, pembawa mayoritas tidak bisa mengalir. Namun pada kondisi bias terbalik ini justru pembawa minoritaslah yang dapat mengalir. Tetapi karena pembawanya hanya minoritas, arus yang dihasilkan sangat kecil sekali. Pembawa minoritas yang mengalir pada saat kondisi bias terbalik ini disebut dengan arus bocor. Kita kembali pada

pembahasan pada transistor gambar 4. Karena bagian pn antara emitor dan basis mengalami bias maju, maka pembawa mayoritas dapat mengalir dari emitor ke basis. Pembawa mayoritas yang mengalir dari emitor ke basis adalah jenis hole (muatan positif). Jadi, hole mengalir dari emitor ke basis. Tetapi, begitu hole sampai di basis (semikonduktor tipe N), sekarang hole tidak lagi berkedudukan sebagai pembawa mayoritas, melainkan sebagai pembawa minoritas. Tetapi karena bagian PN antara basis dengan kolektor mengalami bias terbalik, maka pembawa minoritaslah yang mengalir dari basis menuju kolektor. Pembawa minoritas pada basis, tidak lain adalah hole yang merupakan kiriman dari kolektor. Hole inilah yang akan diteruskan dari basis ke kolektor. Sehingga arus bisa mengalir dari emitor menuju kolektor seperti ditunjukkan anak panah yang besar pada gambar 4. Jadi, arus dapat mengalir dari kolektor menuju emitor pada transistor pnp apabila emitor dengan basis mengalami bias maju dan basis dengan kolektor mengalami bias terbalik.



Gambar 4 Aliran arus pembawa mayoritas dan pembawa minoritas pada transistor pnp

Dengan menerapkan hukum arus Kirchoff pada rangkaian bias transistor pada gambar 4, kita mendapatkan persamaan

$$I_E = I_C + I_B \quad (1)$$

dimana arus emitor adalah hasil penjumlahan dari arus basis dengan arus kolektor.

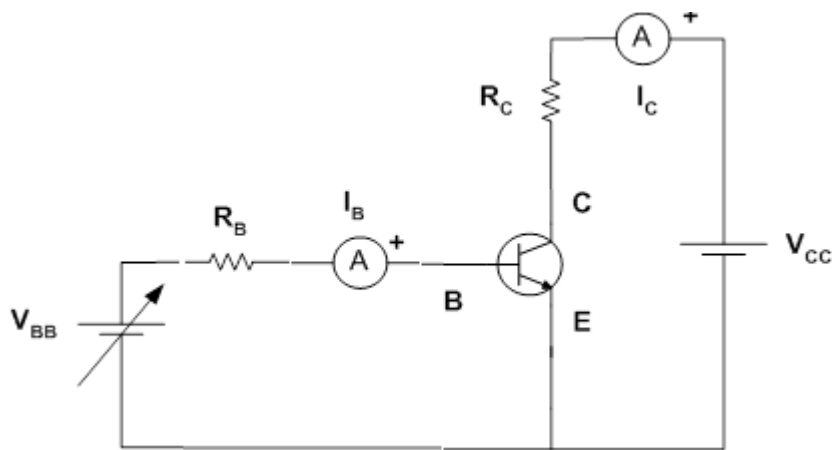
C. Alat Dan Bahan

- | | |
|------------------------|--------|
| 1. Multimeter | 2 buah |
| 2. DC Power supply | 2 buah |
| 3. Transistor BD139 | 1 buah |
| 4. RC 10K, 0,5Watt | 1 buah |
| 5. RB 330 Ohm, 1/4Watt | 1 buah |

D. Langkah Percobaan

Karakteristik V-I BJT

- a. Rangkailah peralatan – peralatan percobaan sesuai dengan Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Percobaan karakteristik V-I BJT

- b. Aktifkan sumber tegangan DC yang mencatu BJT (tegangan V_{CC}), kemudian lakukan pengesetan nilai sesuai petunjuk instruktur. Gunakanlah Voltmeter DC untuk mengecek nilai tegangan tersebut.
- c. Aktifkan Tegangan catu V_{BB} . Kemudian naikkan perlahan – lahan sesuai dengan range tegangan yang diijinkan. (ditentukan oleh instruktur). Gunakanlah Voltmeter DC untuk mengecek nilai tegangan tersebut.
- d. Amatilah besarnya arus I_C dan I_B pada Ammeter saat tegangan catu V_{BB} dinaikkan.
- e. Lakukan pengukuran besar tegangan pada terminal collector - emitter (V_{CE}), tegangan pada terminal base - emitter (V_{BE}) dan tegangan pada beban R mulai saat $V_{BB} = 0$ V sampai saat tegangan catu V_{BB} dinaikkan.
- f. Catatlah data hasil pengukuran yang Saudara lakukan pada tabel berikut

Tabel 1. Data hasil pengukuran BJT

V_{BB} (V)	V_{CC} (V)	I_B (A)	I_C (A)	V_{BE} (V)	V_{CE} (V)
0					
0,2					
0,4					
0,6					
0,8					
1					
2					
3					
4					
5					

- g. Ulangi langkah c sampai dengan f untuk masing-masing data tegangan catu (V_{BB})
- h. Gambarlah Grafik karakteristik v-i masukan dan keluaran BJT dengan menggunakan data – data pada Tabel 1.
- i. Lakukan analisa secara teori terhadap percobaan yang telah dilakukan. Kemudian bandingkan hasilnya dengan hasil percobaan.
- j. Buatlah kesimpulan dari hasil analisa yang saudara lakukan.

E. Pertanyaan Pengembangan

- a. Simulasikan dengan salah satu program simulasi (Multisim, EWB, Proteus, dll) masing-masing rangkaian percobaan saudara.
- b. Jika Pada Gambar 5 diketahui $\beta = 100$, $R_B = 39 \text{ k}\Omega$, $R_C = 1 \text{ k}\Omega$, tegangan catu $V_{CC} = 15 \text{ V}$ dan $V_{BB} = 2,5 \text{ V}$. tentukan besarnya I_E .

- c. Jika Pada Gambar 5 diketahui $\beta = 30$, $R_B = 10 \text{ k}\Omega$, $R_C = 1 \text{ k}\Omega$, tegangan catu $V_{CC} = 18 \text{ V}$. Tentukan besarnya I_B minimum dan tegangan V_{BB} yang diperlukan untuk mengaktifkan BJT.
- d. Rancanglah sebuah rangkaian elektronika dengan menggunakan sebuah transistor, lengkap dengan perhitungannya.

Percobaan 2

Kendali Basis BJT Dengan Pulsa PWM

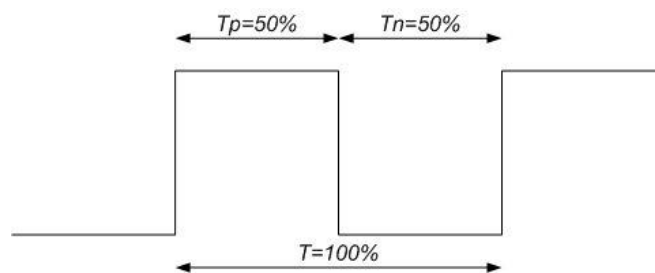
A. Tujuan

- Mahasiswa diharapkan dapat memahami karakteristik switching dari BJT
- Mahasiswa diharapkan dapat memahami konsep kendali basis BJT dengan metoda PWM

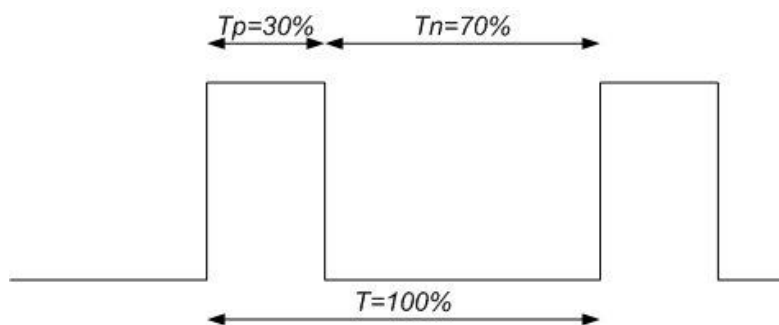
B. Dasar Teori

PWM = Pulse-Width Modulation

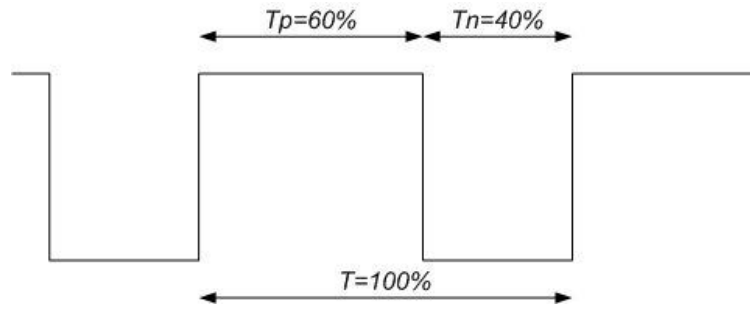
PWM, Pulse-Width Modulation, adalah salah satu jenis modulasi. Modulasi PWM dilakukan dengan cara merubah lebar pulsa dari suatu pulsa data. Total 1 perioda (T) pulsa dalam PWM adalah tetap, dan data PWM pada umumnya menggunakan perbandingan pulsa positif terhadap total pulsa.



Gambar 6. PWM = 50%.



Gambar 7. PWM = 30%.



Gambar 8. PWM = 60%.

Penggunaan PWM:

1. PWM sebagai data keluaran suatu perangkat. PWM dapat digunakan sebagai data dari suatu perangkat, data direpresentasikan dengan lebar pulsa positif (T_p).
2. PWM sebagai data masukan kendali suatu perangkat. Selain sebagai data keluaran, PWM pun dapat digunakan sebagai data masukan sebagai pengendali suatu perangkat. Salah satu perangkat yang menggunakan data PWM sebagai data masukannya adalah Motor DC Servo. Motor DC Servo itu sendiri memiliki dua tipe: 1. Kontinyu, 2. Sudut. Pada tipe 1., PWM digunakan untuk menentukan arah Motor DC Servo, sedangkan pada tipe 2., PWM digunakan untuk menentukan posisi sudut Motor DC Servo.
3. PWM sebagai pengendali kecepatan Motor DC bersikat. Motor DC bersikat atau Motor DC yang biasa ditemui di pasaran yang memiliki kutub A dan kutub B yang jika diberikan beda potensial diantara kedua-nya, maka Motor DC akan berputar. Pada prinsipnya Motor DC jenis ini akan ada waktu antara saat beda potensial diantara keduanya dihilangkan dan waktu berhentinya. Prinsip inilah yang digunakan untuk mengendalikan kecepatan Motor DC jenis ini dengan PWM, semakin besar lebar pulsa positif dari PWM maka akan semakin cepat putaran Motor DC. Untuk mendapatkan putaran Motor DC yang halus, maka perlu dilakukan penyesuaian Frekuensi (Perioda Total) PWM-nya.

C. Alat/ Bahan

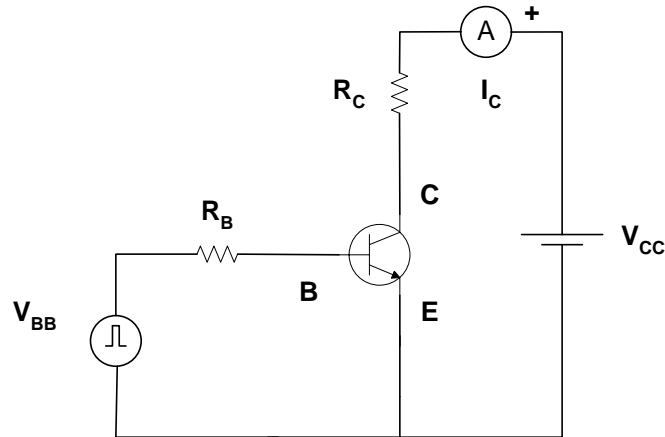
Percobaan ini membutuhkan alat/bahan sebagai berikut,

- | | |
|-----------------------|--------|
| 1. Multimeter Analog | 1 buah |
| 2. Multimeter Digital | 1 buah |
| 3. DC Power supply | 2 buah |
| 4. Osiloscope | 1 buah |
| 5. Trainer PWM | 1 buah |

D. Langkah Percobaan

Kendali Basis Bjt Dengan Pulsa PWM

- a. Rangkailah peralatan – peralatan percobaan sesuai dengan Gambar 9. dibawah ini.



Gambar 9. Rangkaian Percobaan karakteristik V-I BJT

- b. Aktifkan sumber tegangan DC yang mencatu BJT (tegangan V_{CC}), kemudian lakukan pengesetan nilai sesuai petunjuk instruktur. Gunakanlah Voltmeter DC untuk mengecek nilai tegangan tersebut.
- c. Berikan Tegangan Catu pada modul PWM sebesar 12 Vdc. Kemudian aturlah duty cycle (D) sinyal PWM dengan memutar resistor variabel pada modul modul PWM sesuai dengan range yang diijinkan. Gunakanlah osiloskop untuk mengecek besarnya duty cycle tersebut.
- d. Amatilah dengan osiloskop grafik tegangan dan arus pada R_C .
- e. Lakukan pengukuran besar arus dan tegangan pada R_C dengan multimeter
- f. Gambarlah data hasil pengamatan yang Saudara lakukan.
- g. Berikan analisa dari hasil pengamatan Saudara dan berikan kesimpulan

Tabel 2. Data hasil pengukuran kendali basis BJT dengan metoda PWM

D (%)	V_{CC} (V)	I_C (A)	V_{RC} (V)
0			
25			
50			

75			
100			

h. Ulangi langkah c sampai dengan f untuk masing-masing data duty cyclenya

E. Tugas Pengembangan

- a. Lakukan simulasi kemudian analisa secara teori terhadap percobaan yang telah dilakukan. Kemudian bandingkan hasilnya dengan hasil percobaan.
- b. Buatlah kesimpulan dari hasil analisa yang saudara lakukan.