

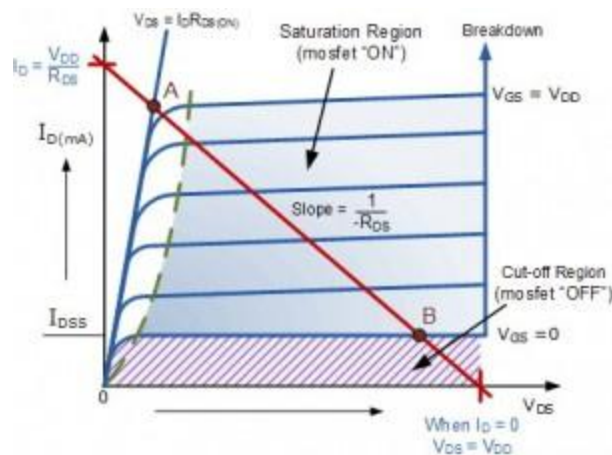
A. Tujuan

- Mahasiswa diharapkan dapat memahami karakteristik switching dari mosfet
- Mahasiswa diharapkan dapat menggambarkan kurva karakteristik v-i masukan dan keluaran mosfet.
- Mahasiswa diharapkan dapat memahami konsep kendali gate MOSFET dengan metode PWM

B. DASAR TEORI

1. MOSFET

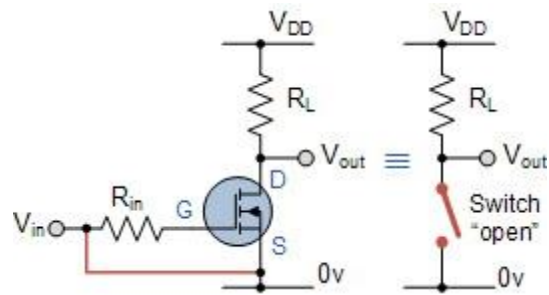
MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor) merupakan salah satu jenis transistor yang memiliki impedansi masukan (gate) sangat tinggi (Hampir tak berhingga) sehingga dengan menggunakan MOSFET sebagai saklar elektronik, memungkinkan untuk menghubungkannya dengan semua jenis gerbang logika. Dengan menjadikan MOSFET sebagai saklar, maka dapat digunakan untuk mengendalikan beban dengan arus yang tinggi dan biaya yang lebih murah daripada menggunakan transistor bipolar. Untuk membuat MOSFET sebagai saklar maka hanya menggunakan MOSFET pada kondisi saturasi (ON) dan kondisi cut-off (OFF).



Gambar 1 Kurva Karakteristik MOSFET

Wilayah Cut-Off (MOSFET OFF)

Pada daerah Cut-Off MOSFET tidak mendapatkan tegangan input ($V_{in} = 0V$) sehingga tidak ada arus drain I_D yang mengalir. Kondisi ini akan membuat tegangan $V_{ds} = V_{dd}$. Dengan beberapa kondisi diatas maka pada daerah cut-off ini MOSFET dikatakan OFF (Full-Off). Kondisi cut-off ini dapat diperoleh dengan menghubungkan jalur input (gate) ke ground, sehingga tidak ada tegangan input yang masuk ke rangkaian saklar MOSFET. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



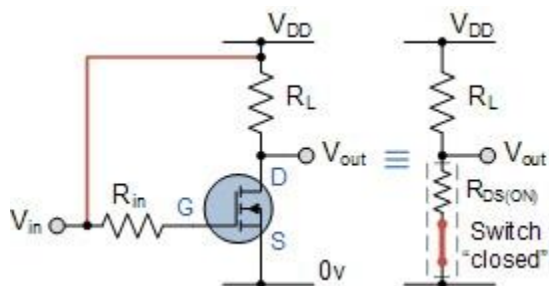
Gambar 2 Rangkaian MOSFET Sebagai Saklar Pada Kondisi Cut-Off

Karakteristik MOSFET pada daerah Cut-Off antara lain sebagai berikut. Input gate tidak mendapat tegangan bias karena terhubung ke ground (0V) Tegangan gate lebih rendah dari tegangan treshold ($V_{gs} < V_{th}$) MOSFET OFF (Fully-Off) pada daerah cut-off ini. Tidak arus drain yang mengalir pada MOSFET Tegangan output $V_{out} = V_{ds} = V_{dd}$ Pada daerah cut-off MOSFET dalam kondisi open circuit.

Dengan beberapa karakteristik diatas maka dapat dikatakan bahwa MOSFET pada daerah Cut-Off merupakan saklar terbuka dengan arus drain $I_d = 0$ Ampere. Untuk mendapatkan kondisi MOSFET dalam keadaan open maka tegangan gate V_{gs} harus lebih rendah dari tegangan treshold V_{th} dengan cara menghubungkan terminal input (gate) ke ground.

Wilayah Saturasi (MOSFET ON)

Pada daerah saturasi MOSFET mendapatkan bias input (V_{gs}) secara maksimum sehingga arus drain pada MOSFET juga akan maksimum dan membuat tegangan $V_{ds} = 0V$. Pada kondisi saturasi ini MOSFET dapat dikatakan dalam kondisi ON secara penuh (Fully-ON).



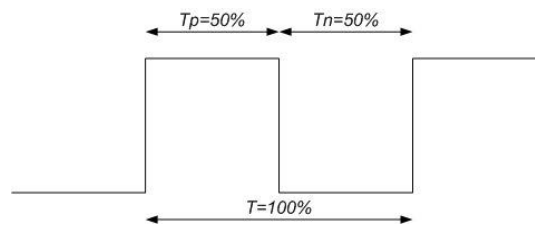
Gambar 3 Rangkaian MOSFET Sebagai Saklar Pada Kondisi Saturasi

Sebagai Saklar Pada Kondisi Saturasi Karakteristik MOSFET pada kondisi saturasi antar lain adalah : Tegangan input gate (V_{gs}) tinggi Tegangan input gate (V_{gs}) lebih tinggi dari tegangan treshold ($V_{gs} > V_{th}$) MOSFET ON (Fully-ON) pada daerah Saturasi Tegangan drain dan source ideal (V_{ds}) pada daerah saturasi adalah $0V$ ($V_{ds} = 0V$) Resistansi drain dan source sangat rendah ($R_{ds} < 0,1 \text{ Ohm}$) Tegangan output $V_{out} = V_{ds} = 0,2V$ ($R_{ds} \cdot I_d$) MOSFET dianalogikan sebagai saklar kondisi tertutup Kondisi saturasi MOSFET dapat diperoleh dengan memberikan tegangan input gate yang lebih tinggi dari tegangan tresholdnya dengan cara

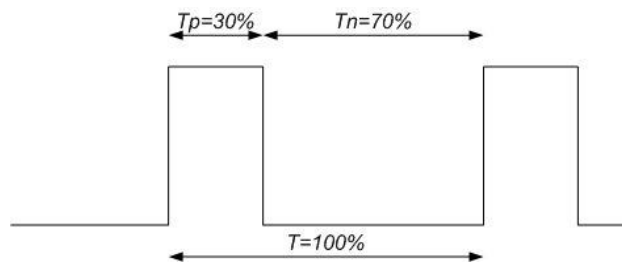
menghubungkan terminal input ke Vdd. Sehingga MOSFET mejadi saturasi dan dapat dianalogikan sebagai saklar pada kondisi tertutup.

2. PWM = Pulse-Width Modulation

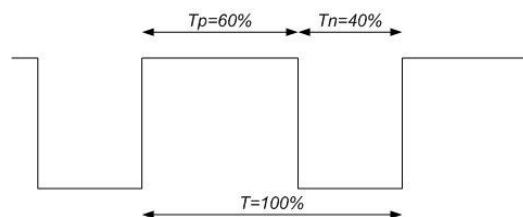
PWM, Pulse-Width Modulation, adalah salah satu jenis modulasi. Modulasi PWM dilakukan dengan cara merubah lebar pulsa dari suatu pulsa data. Total 1 perioda (T) pulsa dalam PWM adalah tetap, dan data PWM pada umumnya menggunakan perbandingan pulsa positif terhadap total pulsa.



Gambar 4 PWM = 50%.



Gambar 5 PWM = 30%.



Gambar 6 PWM = 60%.

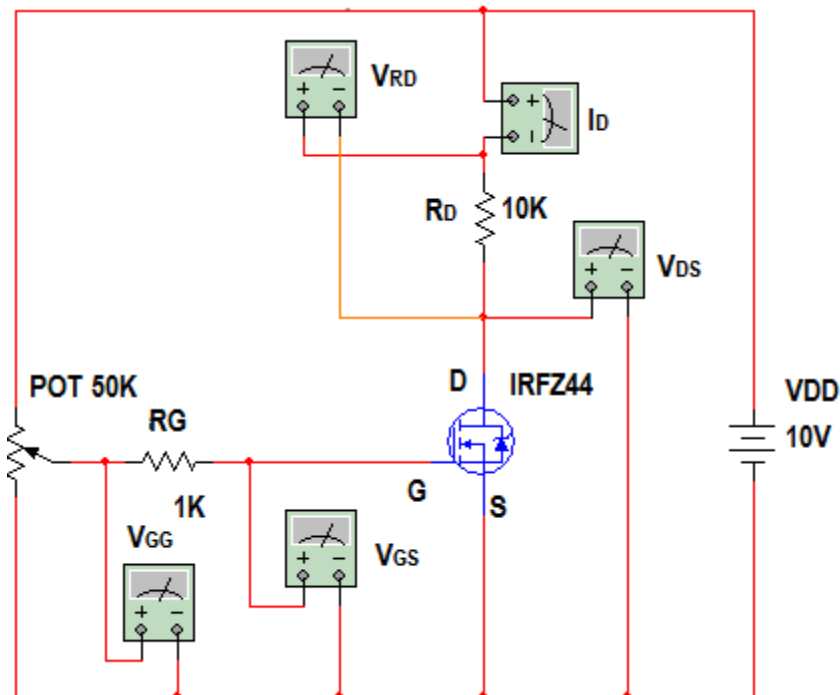
C. Alat Dan Bahan

- | | |
|------------------------|------------|
| 1. Multimeter | 2 buah |
| 2. DC Power supply | 1 buah |
| 3. Project board | 1 buah |
| 4. Mosfet IRFZ44 | 1 buah |
| 5. RD 10K, 0,5Watt | 1 buah |
| 6. RG 470 Ohm, 0,5Watt | 1 buah |
| 7. Kabel jumper | secukupnya |

D. Langkah Percobaan

PERCOBAAN 1: Karakteristik V-I MOSFET

- a. Rangkailah peralatan–peralatan percobaan sesuai dengan Gambar 7.



Gambar 7 Rangkaian Percobaan Karakteristik V-I Mosfet

- b. Aktifkan sumber tegangan DC yang mencatu mosfet (tegangan V_{DD}), kemudian lakukan pengesetan nilai sesuai petunjuk instruktur. Gunakanlah Voltmeter DC untuk mengecek nilai tegangan tersebut.
- c. Aktifkan Tegangan catu V_{GG} . Kemudian naikan perlahan – lahan sesuai dengan range tegangan yang diijinkan. Gunakanlah Voltmeter DC untuk mengecek nilai tegangan tersebut.
- d. Amatilah besarnya arus I_D dan I_G pada Amperemeter saat tegangan catu V_{GG} dinaikkan.
- e. Lakukan pengukuran besar tegangan pada terminal Drain-Source (V_{DS}), tegangan
- f. pada terminal Gate-Source (V_{GS}) dan tegangan pada beban R_D mulai saat $V_{GG} = 0$ V sampai saat tegangan catu V_{GG} dinaikkan.
- g. Catatlah data hasil pengukuran yang Saudara lakukan pada tabel berikut

Tabel 1. Data hasil pengukuran MOSFET

V_{GG} (V)	V_{DD} (V)	I_D (A)	V_{GS} (V)	V_{DS} (V)	V_{RD} (V)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

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

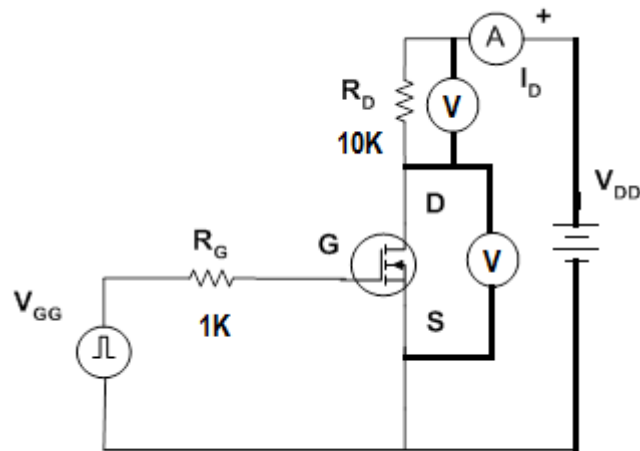
Pertanyaan Pengembangan

1. Simulasikan dengan salah satu program simulasi (Multisim, EWB, Proteus, dll) masing-masing rangkaian percobaan saudara. Bandingkan dan simpulkan hasilnya!
2. Rancanglah sebuah rangkaian elektronika dengan menggunakan sebuah mosfet, lengkap dengan perhitungannya.

PERCOBAAN 2: Kendali Gate Mosfet Dengan Pulsa PWM

Langkah Percobaan:

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



Gambar 8 Rangkaian Percobaan karakteristik V-I MOSFET

- Aktifkan sumber tegangan DC yang mencatu MOSFET (tegangan V_{DD}), kemudian lakukan pengesetan nilai sesuai petunjuk instruktur. Gunakanlah Voltmeter DC untuk mengecek nilai tegangan tersebut.
- Atur Function Generator (FG): $f=1\text{KHz}$, Sinyal berbentuk persegi, Amplitudo 10V (diukur Voltmeter) dan tarik knob Duty Cycle (DC). Atur nilai Duty Cycle sesuai tabel 2. Amatilah bentuk sinyal yang dihasilkan dari Osiloskop.
- Lakukan pengukuran besar arus dan tegangan pada R_D serta V_{DS} dengan multimeter.
- Bandingkan antara sinyal PWM (Duty Cycle) dengan V_{RD} . Gambarlah data hasil pengamatan yang Saudara lakukan.
- Berikan analisa dari hasil pengamatan Saudara dan berikan kesimpulan

Tabel 2. Data hasil pengukuran kendali gate MOSFET dengan metoda PWM

Duty Cycle (%)	V_{DD} (V)	I_D (A)	V_{DS} (V)	V_{RD} (V)
0				
25				
50				
75				
100				

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

Tugas Pengembangan

1. Lakukan simulasi kemudian analisa secara teori terhadap percobaan yang telah dilakukan. Kemudian bandingkan hasilnya dengan hasil percobaan.
2. Buat rangkaian kendali kecepatan motor DC menggunakan mosfet dan input berupa PWM. Berikan analisa!.