RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA MENGGUNAKAN IC SG 3525

Skripsi

diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Teknik Elektro

Oleh:

Karyadi

NIM.5301412044

PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2019

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama	: Karyadi
NIM	: 5301412044
Program Studi	: S - 1 Pendidikan Teknik Elektro
Judul Skripsi	: RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA MENGGUNAKAN IC SG 3525.

Skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian skripsi Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, Agustus 2019

Pembimbing 1,

Drs. Suryono, M.T.

NIP. 195503161985031001

Scanned with CamScanner

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA MENGGUNAKAN IC SG 3525 telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik UNNES pada:

Hari	: Senin
Tanggal	: 02 September 2019
Nama	: Karyadi
NIM	: 5301412044
Program Studi	: Pendidikan Teknik Elektro,S1

Panitia Ujian

Ketua

Drs. Agus Suryanto M.T.
NIP.196708181992031004

Sekretaris

Drs. Agus Suryanto M.T.
NIP.196708181992031004

Penguji 1

Dr. Ir. Subiyanto S.T., M.T.
NIP. 197411232005011001

Penguji 2

Drs. Ir. Sri Sukamta M.Si, IPM
NIP. 196505081991031003

Penguji 3

Drs. Suryono M.T.
NIP. 195503161985031001

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik UNNES

Dr. Nur Qudus M.T
NIP. 196911301994031001

Scanned with CamScanner

iii

PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister dan/atau doktor), baik di universitas negeri semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi negeri lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan dosen pembimbing dan masukan tim penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis secara jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dalam naskah dengan dicantumkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi ini.

Semarang, Agustus 2019

Yang membuat pernyataan,

Karyadi

NIM.5301412044

Scanned with CamScanner

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO:

1. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap (QS. Al-Insyirah, 6-8).
2. Jangan Pernah Meninggalkan Ibadah di mana pun kamu berada.
3. Pendidikan merupakan senjata paling ampuh yang bisa kamu gunakan untuk merubah dunia (Nelson Mandela).

PERSEMBAHAN:

Skripsi ini peneliti persembahkan kepada,

1. Bapak dan ibu tercinta yang senantiasa mendoakan dan memberikan motivasi utuk anak-anaknya.
2. Adik kebanggan saya yang selalu memberikan semangat doa dan dukungan.
3. Kepada seluruh teman-teman PTE angkatan 2012 yang selalu menginspirasi dan memotivasi.
4. Teman-teman kost batosai yang selalu menemani dalam menyelesaikan skripsi
5. Semua pihak yang telah membantu atas terselesainya skripsi ini.

Abstrak

Karyadi.2019.*Rancang bangun inverter satu fasa menggunakan ic sg3525.* Skripsi. Pendidikan Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang. Drs. Suryono, M.T.

Seiring dengan berkembangnya zaman kebutuhan sumber energy listrik semakin meningkat. Hal itu menyebabkan adanya pemadaman listrik mengingat kebutuhan daya listrik konsumen melebihi kapasitas daya dari suplai PLN. Perlu adanya listrik cadangan rumah tangga untuk mengatasi pemadaman PLN yang kadang terjadi. Penelitian dengan judul "rancang bangun inverter satu fasa menggunakan ic sg3525"memiliki rumusan masalah bagaimana membuat inverter satu fasa dengan tegangan dan frekuensi yang disesuaikan yang dapat difungsikan sebagai pengubah listrik dari aki 12 volt DC ke AC 220 volt kebutuhan rumah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang inverter yang berfungsi sebagai pengubah tegangan dc aki menjadi 220 volt.

Penelitian ini menggunakan metode experimen laboratoris atau penelitian di dalam laboratorium. Sebelumnya peneliti membuat rangkaian inverter dengan ic sg3525 kemudian menganalisa kemampuan dan parameter dari rangkaian inverter yang telah dibuat. Adapun poin yang diukur dari hasil alat yaitu bentuk gelombang keluaran, tegangan keluaran, frekuensi dan arus.

Berdasarkan analisa yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa daya yang dihasilkan dari rangkaian inverter ini dengan menggunakan 2 buah mosfet dalah 220 watt dengan syarat menggunakan trafo 20 ampere. Jika menggunakan trafo 2 ampere maka daya yang dihasilkan hanya 24 watt. Jadi daya keluaran tergantung dari besar trafo dan mosfet yang digunakan. Sedangkan besar tegangan dan frekuensinya dapat diatur melalui dua buah potensiometer pada rangkaian. Untuk jenis gelombang output dari inverter jenis ini adalah square wave atau gelombang kotak

Kata kunci : inverter, DC ke AC , SG3525.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT dan mengharapkan ridho yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA MENGGUNAKAN IC SG 3525 ”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan meraih gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi S-1 Pendidikan Teknik Elektro Universitas Negeri Semarang. Shalawat dan salam disampaikan kepada junjungan alam Nabi Muhammad SAW, mudah-mudahan kita semua mendapatkan safaat Nya di yaumil akhir nanti, Amin.

Penelitian ini diangkat sebagai upaya untuk meningkatkan hasil belajar penunjang mata kuliah Mesin Listrik pada mahasiswa Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Penyelesaian karya tulis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih serta penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum, Rektor Universitas Negeri Semarang atas kesempatan yang diberikan kepada penulis untuk menempuh studi di Universitas Negeri Semarang.
2. Dr. Nur Qudus, M.T, Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Dr.-Ing. Dhidik Prastiyanto, S.T., M.T., ketua Jurusan sekaligus ketua program studi Pendidikan Teknik Elektro yang telah memberi bimbingan dan menerima kehadiran penulis setiap saat disertai kesabaran, ketelitian, masukan-masukan yang berharga untuk menyelesaikan karya ini.

4. Drs. Suryono, M.T. Pembimbing yang penuh perhatian dan atas perkenaan memberi bimbingan dan dapat dihubungi sewaktu-waktu disertai kemudahan dalam memberikan bahan dan menunjukkan sumber-sumber yang relevan sangat membantu penulisan karya ini
5. Semua dosen Teknik Elektro FT. Unnes yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga.
6. Teman-teman Pendidikan Teknik Elektro angkatan 2012 yang telah memberikan masukan dan semangat dalam penyusunan skripsi.
7. Semua pihak yang telah memberi bantuan hingga terselesaikannya skripsi ini, baik material maupun spiritual yang tidak bisa peneliti sebutkan satu persatu.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat untuk pelaksanaan pembelajaran di kampus dan di masyarakat.

Semarang, Agustus 2019

Penulis

Karyadi

NIM. 5301412044

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i
PERSETUJUAN PEMBIMBING ii
PENGESAHAN iii
PERNYATAAN KEASLIAN iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN v
Abstrak vi
KATA PENGANTAR vii
DAFTAR ISI ix
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Identifikasi masalah 2
1.3 Pembatasan masalah 2
1.4 Perumusan Masalah 3
1.5 Tujuan Penulisan 3
1.6 Manfaat penulisan 4
BAB II KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI 5
2.1 Inverter dan Prinsip Kerjanya 5
2.2 Jenis Inverter Berdasarkan Gelombang yang Dihasilkan 7
2.4 Perhitungan daya 12
2.5 Perhitungan Regulasi Tegangan 13
2.7 Dioda 20
2.9 MOSFET 25
2.10. Kapasitor 40
2.11. Resistor 41
2.12. Transformator (TRAFO) 41
BAB III METODE PENELITIAN 43
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 43
3.2 Alat dan Bahan 43
3.3 Metode Penelitian 44
3.4 Tahapan Penelitian 45
3.5 Perancangan rangkaian inverter satu fasa 46

3.6 Teknik Pengumpulan Data 47
3.7 Instrument 48
3.8 Teknik Analisis Data 48
3.9 Pembuatan Alat 48
3.9.1 Perencanaan Rangkaian 48
3.9.2 Proses pembuatan PCB 49
3.9.3 Proses pengeboran 51
3.9.4 Pemasangan komponen 51
3.9.5 Proses perakitan 52
3.10 Langkah Dan Hasil Pengujian 53
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 55
4.1. Proses perancangan inveter satu fasa 55
4.1.1 Study literature rangkaian yang akan dibuat 55
4.1.2 Membuat lay out pcb pada papan pcb 58
4.1.3 Melarutkan papan pcb pada larutan feriklorit 59
4.1.4 Proses pengeboran kaki komponen dan pemasangan komponen 60
4.2 Pengujian rangkaian inverter 61
4.2.1 Pengujian inverter tanpa beban 61
4.2.2 Pengujian inverter dengan beban 64
4.3 Analisis perhitungan daya inverter 67
BAB V PENUTUP 68
5.1 Kesimpulan 68
5.2 Saran 68
DAFTAR PUSTAKA 70
LAMPIRAN 71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Prinsip Dasar Inverter 5
Gambar 2.2 Bentuk Gelombang Tegangan 6
Gambar 2.3 output inverter square wave 8
Gambar 2.4 output inverter modified sine wave 8
Gambar 2.5 inverter pure sine wave 9
Gambar 2.6 Modulasi lebar pulsa tunggal 10
Gambar 2.7 Modulasi lebar pulsa banyak. 11
Gambar 2.8 Modulasi lebar pulsa sinusoida 12
Gambar 2.6 ic sg 3525 19
Gambar 3.1 diagram alur tahapan penelitian 46
Gambar 3.2 rangkaian inverter 49
Gambar 3.3 Lay out pcb 50
Gambar 3.4 pemasangan rangkaian 53
Gambar 4.1 Diagram blok ic SG3525A 56
Gambar 4.2 Pin out ic SG 3525A 56
Gambar 4.3 lay out pcb 58
Gambar 4.4 penempelan lay out pcb dengan autan. 59
Gambar 4.5 hasil lay out pada pcb 59
Gambar 4.6 alat pelubang dan pensolderan 60
Gambar 4.7 Hasil solderan dan pemasangan komponen 60
Gambar 4.8 pengujian inverter tanpa beban 62
Gambar 4.9 Hasil pengukuran tanpa beban dengan menggunakan multimeter 63
Gambar 4.10 Gelombang keluaran inverter 63

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Teori Konverter 7
Table 2.2 perbandingan kinerja mosfet 38
Tabel 2.3 Perbandingan karakteristik piranti penyakelar daya..... 39
Table 2.4 deskrisi mosfet irfz44n 40
Tabel 4.1 Hasil pengujian *inverter* dengan beban 64
Tabel 4.2 Pengujian inverter dengan beban lampu 5 W 65
Tabel 4.3 Pengujian inverter dengan dua lampu 5 W+5 W 65
Tabel 4.4 Pengujian inverter dengan beban tiga lampu 5 W+5 W+5 W 66

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berkembangnya teknologi khususnya dalam bidang Elektronika, energi listrik adalah suatu kebutuhan manusia yang pokok yang tidak lepas dari kehidupan sehari-hari. Hampir semua orang semua peralatanya menggunakan energy listrik, dan menggunakan sumber tegangan AC 220 Volt. Dalam perkembangan barang-barang elektronika sendiri sangat pesat, Beberapa faktor pendukungnya tentu saja perkembangan alat-alat elektronika yang semakin beragam. Salah satu alat elektronika yang kita kenal adalah inverter yang berfungsi merubah tegangan DC (Direct Current) menjadi tegangan AC (Alternating Current). Inverter terbaik adalah yang mampu menghasilkan gelombang sinusoidal murni atau Pure Sine Wave yaitu bentuk gelombang yang sama dengan bentuk gelombang yang sama dari jaringan listrik. Inverter dengan keluaran gelombang sinus murni atau Pure Sine Wave setara dengan gelombang listrik rumahan.

Inverter ini sangat sesuai sebagai penyedia listrik cadangan baik di kendaraan maupun dirumah, sebagai emergency power saat aliran listrik rumah padam untuk kebutuhan yang seperlunya seperti lampu penerangan, kipas angin, carger handphone, Carger laptop dan lain-lain yang penggunaan daya rendah. Selain itu inverter DC ke AC juga memegang peranan penting dalam mengubah

energy listrik DC dari sel surya menjadi energy listrik AC yang kita gunakan sehari hari. Dari hal tersebut, maka penulis tertarik untuk membuat Skripsi ini dengan judul " **rancang bangun inverter satu fasa menggunakan ic sg 3525".** Rangkain inverter tersebut dengan menggunakan inputan DC 12 volt menggunakan sumber tegangan Aki atau dari sumber tegangan power supply dengan menghasilkan output AC 220 Volt untuk di manfaatkan sebagai sumber listrik alternatif selain PLN.

1.2 Identifikasi masalah

Konsumsi listrik nasional terus menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya akses listrik atau elektrifikasi serta perubahan gaya hidup masyarakat. Berdasarkan data Kementerian ESDM, konsumsi listrik Indonesia 2017 mencapai 1.012 Kilowatt per Hour (KWH)/kapita, naik 5,9 persen dari tahun sebelumya. Dengan kebutuhan listrik yang semakin meningkat maka kebutuhan listrik cadangan sangat diperlukan jika terjadi pemadaman listrik PLN. Apalagi terkadang masih banyak ganguan distribusi listrik PLN di daerah dengan terpencil dan penanganannya pun agak lama.

Upaya mencari sumber listrik lain sangat diperlukan dan yang paling mudah adalah dengan menggunakan inverter yang mengubah listrik DC dari aki menjadi listrik AC kebutuhan rumah. Alat inverter ini dipadukan dengan power supply dari listrik PLN yang disimpan ke aki dan dapat digunakan ketika daya listrik PLN padam.

1.3 Pembatasan masalah

Pembatasan masalah dalam penelitian ini dimaksudkan untuk mempersempit ruang lingkup permasalahan yang akan dikaji lebih lanjut. Pembatasan masalah tersebut antara lain:

a. Pembahasan skripsi ini difokuskan pada perancangan rangkaian inverter yang menghasilkan listrik dengan keluaran AC yang frekuensi dan tegangannya bisa disesuaikan.
b. Penelitian ini terfokus pada pengebangan inverter dengan ic SG 3525A sebagai penghasil sinyal pwm untuk mendriver ic IRFZ44N
c. Inverter ini menggunakan sumber tegangan aki 12 volt dan transfomator 2 ampere sebagai penguat tegangan output.

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang perangkat inverter yang mengubah tegangan searah menjadi tegangan bolak balik dengan frekuensi dan tegangan yang dapat disesuaikan.
2. Berapa kemampuan daya inverter satu fasa menggunakan power MOSFET IRFZ44N.

1.5 Tujuan Penulisan

Adapun tujuan dari pebuatan skripsi ini adalah :

1. Untuk mengetahui prinsip kerja inverter satu fasa menggunakan ic SG 3525A.
2. Untuk merancang inverter dengan frekuensi dan tegangan output yang dapat disesuaikan.

1.6 Manfaat penulisan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat pada berbagai pihak diantaranya:

1. Memback up sumber listrik jika terjadi pemadaman dari PLN.
2. Menghasilkan inverter satu fasa dengan frekuensi dan tegangan yang bisa disesuaikan.
3. Hasil penelitian dapat menjadi referensi untuk merancang inverter satu phasa dengan kapasitas daya yang lebih besar.

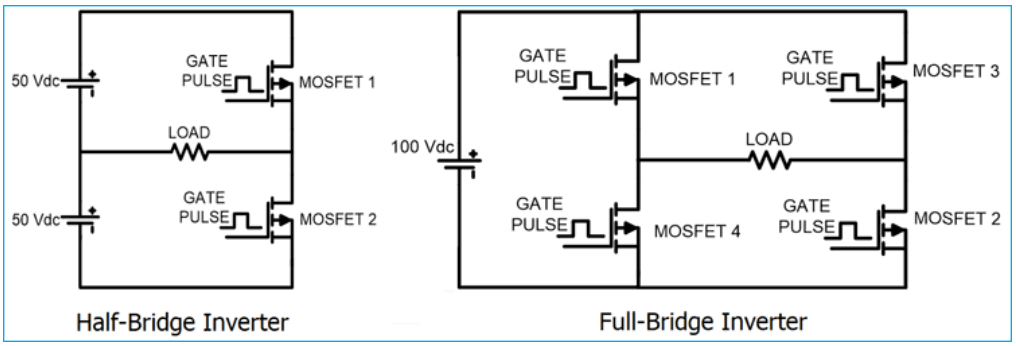
BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Inverter dan Prinsip Kerjanya

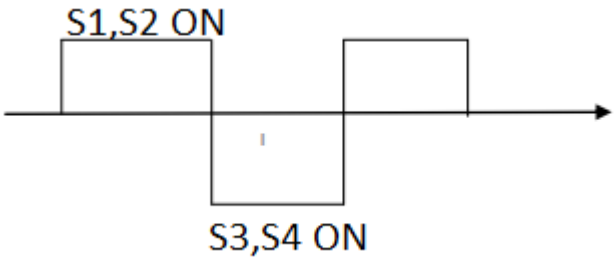
Inverter adalah rangkaian yang mengubah DC menjadi AC. Atau lebih tepatnya inverter memindahkan tegangan dari sumber DC ke beban AC. Sumber tegangan inverter dapat berupa batteray, solar panel, aki kering dan sumber tegangan DC lainya. Sedangkan keluaran dari inverter adalah tegangan AC 220v atau 120v, dan frekuensi output 50Hz atau 60Hz.

Pada dasarnya inverter adalah alat yang membuat tegangan bolak-balik dari tegangansearah dengan cara pembentukan gelombang tegangan. Namun gelombang yang terbentukdari inverter tidak berbentuk gelombang sinusoida, melainkan gelombang persegi. Pembentukan tegangan AC tersebut dilakukan dengan menggunakan dua buah pasang saklar. Berikut ini adalah gambar yang menerangkan prinsip kerja inverter dalam pembentukan gelombang tegangan persegi.



Gambar 2.1 Prinsip Dasar Inverter

Prinsip kerja inverter dapat dijelaskan dengan menggunakan 4 sakelar seperti ditunjukkan pada diatas. Bila sakelar S1 dan S2 dalam kondisi on maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kiri ke kanan, jika yang hidup adalah sakelar S3 dan S4 maka akan mengalir aliran arus DC ke beban R dari arah kanan ke kiri. Inverter biasanya menggunakan rangkaian modulasi lebar pulsa (pulse width modulation – PWM) dalam proses conversi tegangan DC menjadi tegangan AC. Pembentukan gelombang saklar dapat dilihat dari gambar berikut:



Gambar 2.2 Bentuk Gelombang Tegangan

Full bridge inverter adalah rangkaian teori dasar yang digunakan untuk mengubah DC ke AC. Full bridge inverter mempunyai pasangan saklar (S1,S2) dan (S3,S4). Keluaran AC didapatkan dari masukan DC dengan membuka dan menutup saklar-saklar pada urutan yang tepat. Tegangan keluaran Vo bisa berupa + Vdc, -Vdc, atau nol, tergantung pada saklar yang mana tertutup.

Rangkaian ekivalen kombinasi saklar full bridge inverter diperlihatkan pada Gambar 2.3. Sebagai catatan bahwa S1 dan S4 tidak boleh menutup pada saat yang bersamaan, begitu juga dengan S2 dan S3, yang akan menyebabkan terjadinya short

circuit pada sumber DC. Saklar yang nyata tidak bisa on atau off secara seketika. Berikut tegangan keluaran pada table berikut:

Saklar tertutup	Tegangan keluaran (Vo)
S1 dan S2	+ VDC
S3 dan S4	-VDC
S1 dan S3	0
S2 dan S4	0

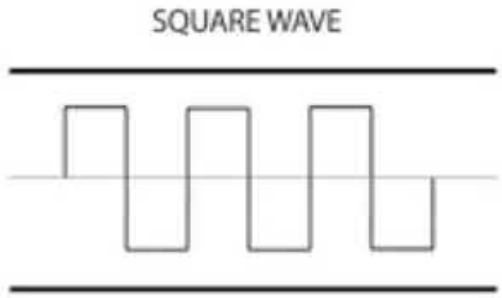
Tabel 2.1 Teori Konverter

2.2 Jenis Inverter Berdasarkan Gelombang yang Dihasilkan

Berdasarkan gelombang keluaran yang dihasilkan, inverter dapat dibagi menjadi 3 macam yaitu square wave, modified sine wave, dan pure sine wave.

2.2.1 Square Wave

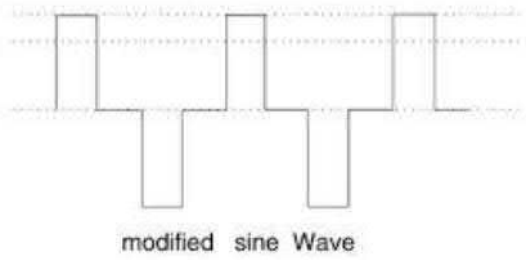
Inverter ini adalah yang paling sederhana. Walaupu inverter jenis ini dapat menghasilkan tegangan 220 VAC, 50 Hz namun kualitasnya sangat buruk. Sehingga dapat digunakan pada beberapa alat listrik saja. Hal ini disebabkan karena karakteristik output inverter ini adalah memiliki level total harmonic distortion yang tinggi. Mungkin karena alasan itu inverter ini disebut dirty power supply.



Gambar 2.3 output inverter square wave

2.2.2 Modified Sine Wave

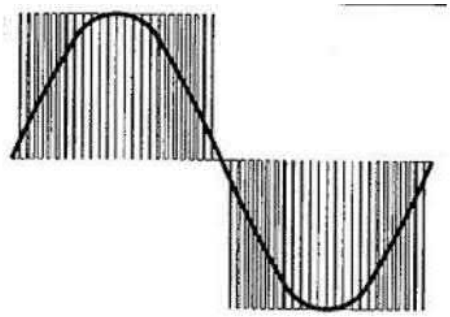
Modified Sine Wave disebut juga ‘’Modified Square Wave’’ atau ‘’Quasy Sine Wave’’ karena gelombang modified sine wave hamper sama dengan square wave, namun pada modified sine wave outputnya menyentuh titik 0 untuk beberapa saat sebelum pindah ke positif atau negatif. Selain itu karena modified sine wave mempunyai harmonic distortion yang lebih sedikit disbanding square wave maka dapat dipakai untuk beberapa alat listrik seperti computer, tv, lampu namun tidak bisa untuk beban-beban yang lebih sensitive.



Gambar 2.4 output inverter modified sine wave

2.2.3 Pure Sine Wave

Pure Sine Wave atau true sine wave merupakan gelombang inverter yang hampir menyerupai (bahkan lebih baik dibandingkan dengan gelombang sinusoida sempurna pada jaringan listrik dalam hal ini PLN. Dengan total harmonic distortion (THD) < 3% sehingga cocok untuk semua alat elektronik. Olen sebab itu inverter ibi juga disebut ‘’ clean power supply’’. Teknologi yang digunakan inverter jenis ini umumnya disebut pulse width modulation (PWM) yang dapat mengubah tegangan DC menjadi AC dengan bentuk gelombang yang hamper sama dengan gelombang sinusoida.



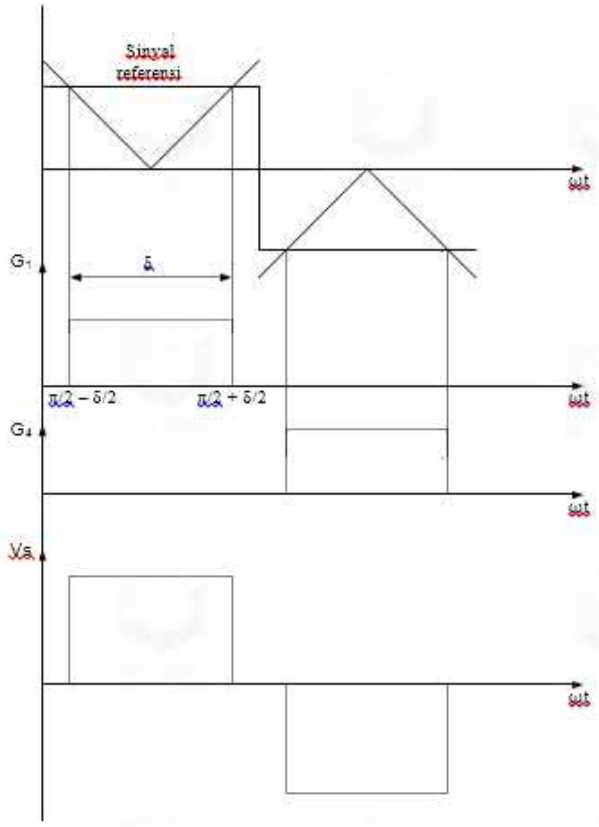
Gambar 2.5 inverter pure sine wave

2.3 Pengendali Tegangan Inverter

Terdapat beberapa teknik untuk mengendaikan tegangan keluaran inverter, dan yang paling efisien adalah dengan cara modulasi lebar pulsa teknik yang umum digunakan adalah :

2.3.1 Modulasi lebar pulsa tunggal

Pada pengendali tegangan dengan teknik lebar pulsa tunggal, hanya terdapat satu pulsa tiap setengah siklus dan lebar pulsa divariasikan untuk mengendalikan tegangan keluaran inverter.

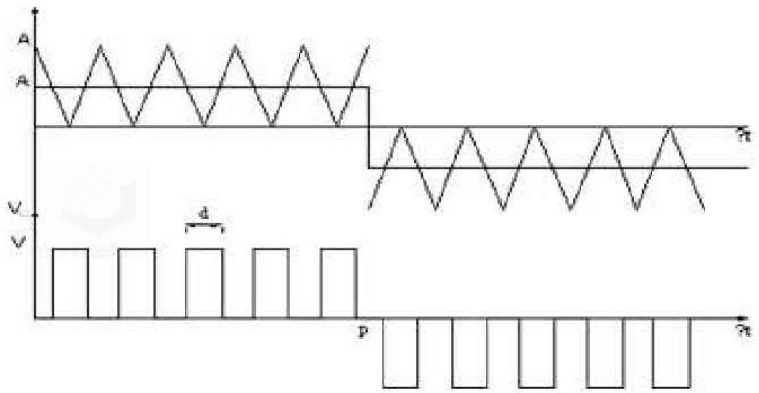


Gambar 2.6 Modulasi lebar pulsa tunggal

Pada gambar 2.6 dapat dilihat hanya ada satu pulsa penyulutan dalam setengah perioda dan itu berarti hanya ada dua buah pulsa penyulutan dalam satu periodanya.

2.3.2 Modulasi lebar pulsa banyak

Kandungan lebar pulsa dapat direduksi dengan menggunakan beberapa pulsa pada tiap setengah siklus tegangan keluaran. Pembangkitan sinyal gate untuk meng ON kan dan meng OFF kan transistor, dengan membandingkan sinyal referensi keluaran dan gelombang pembawa. Frekuensi sinyal referensi menset frekuensi keluaran, dan frekuensi sinyal pembawa menentukan jumlah pulsa tiap setengah siklus. Indeks modulasi akan mengendalikan tegangan keluaran.

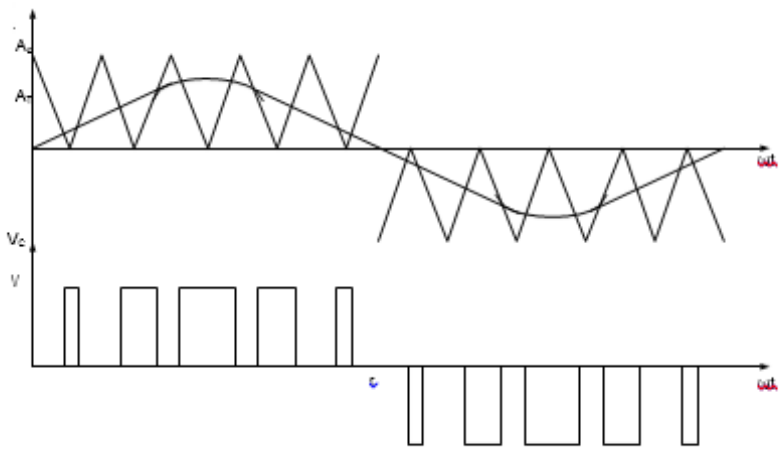


Gambar 2.7 Modulasi lebar pulsa banyak.

Jumlah pulsa setiap siklusnya terdiri dari beberapa pulsa tergantung besarnya gelombang referensi dan gelombang pemodulasinya, Kerugian dari metode ini adalah karena seringnya proses switching pada transistor maka rugi- rugi akibat switching akan meningkat.

2.3.3 Modulasi lebar pulsa sinusoidal

Disamping mempertahankan lebar seluruh pulsa sebagaimana modulasi lebar pulsa banyak, lebar tiap-tiap pulsa divariasikan sebanding dengan amplitudo gelombang sinus yang dievalusi pada titik tengah pulsa yang sama. Pembangkitan sinyal gate yang membangkitkan sinyal sonusoid referensi dengan gelombang pembawa segitiga, Frekuensi sinyal referensi menentukan frekuensi keluaran dan amplitudonya akan mengendalikan indeks modulasi, dan nilai efektif tegangan keluaran. Jumlah pulsa tiap setengah siklus tergantung pada frekuensi pembawa.



Gambar 2.8 Modulasi lebar pulsa sinusoida

2.4 Perhitungan daya

Perhitungan daya untuk gelombang sinusoida dapat dihitung dengan cara P = V x I x cos phi. namun untuk inverter dengan tegangan keluaran yang terdiri dari gelombang kotak – kotak yang terbentuk dari SPWM (Sinusoida Pulse Width Modulation), rumus yang digunakan untuk menghitung daya adalah P = Vf x Ip x cos phi, dimana Vf dan Ip didapatkan dari hasil pengukuran oleh alat ukur power analyzer, atau dapat dilakukan perhitungan dengan rumus.

$V_{eff} = V_p \times (1 + THDv)^{1/2}$

Dimana :

Veff = Tegangan efektif yang diperoleh dari pengukuran

Vf = Tegangan Fundamental

THDv = Harmonisa Tegangan dari hasil pengukuran

Ieff = $If \times (1 + THDi)^{1/2}$

Dimana :

Ieff = Arus efektive yang diperoleh dari pengukuran

If = Arus fundamental

THDi = Harmonisa arus dari hasil pengukuran

2.5 Perhitungan Regulasi Tegangan

Regulasi tegangan dihitung adalah untuk memperoleh data dari kualitas alat yang dirancang, untuk mengetahui seberapa jauh kinerja alat yang dibangun dari segi tegangan ketika tanpa beban dan beban penuh, regulasi tegangan dapat dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Reg} = \frac{VNL - VFL}{VFL} \times 100\%$$

Dimana :

VNL = Tegangan pada saat tanpa beban

VFL = Tegangan pada saat beban penuh

Sementara untuk mencari regulasi tegangan dengan beban yang variable kita dapat menghitung % regulasi setiap kenaikan beban dengan rumus :

$$\%\text{Reg} = \frac{VNL - VL}{VL} \times 100\ \%$$

Dimana :

VNL = Tegangan pada saat tanpa beban

VL = Tegangan ketika dibebani

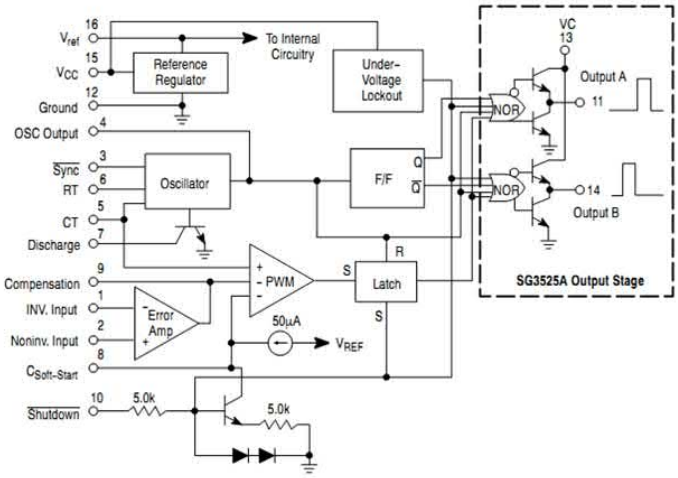
2.6 IC SG 3525 A

Untuk menghasilkan sebuah gelombang kotak digunakan sebuah IC SG 3525A yang merupakan sebuah Multivibrator astabil. Multivibrator astabil merupakan sebuah

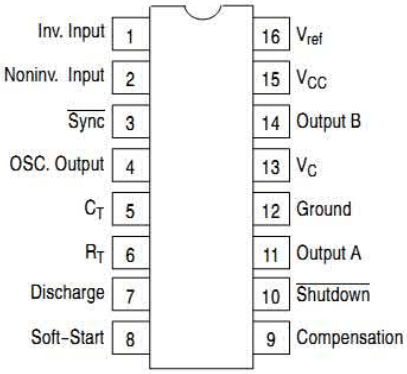
rangkaian dua-kondisi (two-state system) yang tidak memiliki kestabilan di kedua kondisinya. Maksudnya, output dari rangkaian ini selalu berubah-ubah kondisinya secara periodik. Dalamsatu periode, outputnya dapat berubah dari kondisi HIGH ke kondisi LOW secara kontinyu dan terus menerus sehingga menghasilkan suatu deretan pulsa (pulse train). Deretan pulsa yang dihasilkan nilainya konstan dan periodik sehingga dapat digunakan sebagai clock. Pada ic ini memiliki dua pin keluaran yang kondisi high dan low saling berlawanan. Output dari rangkaaian inilah yang digunakan untuk pensaklaran mosfet.

PWM digunakan di semua jenis kontrol daya dan sirkuit konverter. Beberapa contoh umum termasuk kontrol motor, konverter DC-DC, inverter DC-AC dan dimmer lampu. Ada banyak pengendali PWM yang tersedia yang membuat penggunaan dan penerapan PWM cukup mudah. Salah satu pengontrol yang paling populer adalah SG3525 serbaguna dan tersedia di mana-mana yang diproduksi oleh banyak produsen. SG3525 digunakan secara luas dalam konverter DC-DC, inverter DC-AC, sistem UPS rumah, inverter surya, catu daya, pengisi daya baterai dan berbagai aplikasi lainnya. Dengan pemahaman yang tepat, Anda kita segera mulai menggunakan SG3525 sendiri di aplikasi seperti itu atau aplikasi lain yang benar-benar membutuhkan kontrol PWM. Berikut ini diagram blok dan tata letak pin IC SG3525.

SG3525 Block Diagram



PIN CONNECTIONS



Pin 1 (Input Pembalik) dan 2 (Input Non Pembalik) adalah input untuk error amplifier on-board. Ini adalah sebagai pembanding yang mengontrol kenaikan atau penurunan siklus berfungsi untuk "umpan balik" yang dikaitkan dengan Pulse Width Modulation (PWM). Ini berfungsi baik untuk menambah atau mengurangi siklus kerja tergantung pada level tegangan pada Input Pembalik dan Non-Pembalik - masing-masing pin 1 dan 2. Ketika tegangan pada Input Pembalik (pin 1) lebih besar dari tegangan pada Input Non-Pembalik (pin 2), siklus kerja berkurang atau duty cycle

pwm berkurang sehingga tegangan output inverter menurun. Ketika tegangan pada Input Non-Pembalik (pin 2) lebih besar dari tegangan pada Input Pembalik (pin 1), siklus kerja meningkat atau duty cycle bertambah sehingga tegangan inverter mengalami kenaikan.

Pin 3 (Sinkronisasi): Pinout ini dapat digunakan untuk menyinkronkan IC dengan frekuensi osilator eksternal. Ini umumnya dilakukan ketika lebih dari satu IC digunakan dan perlu dikontrol dengan frekuensi osilator umum. Pin 4 (Osc. Out): Ini adalah output osilator dari IC, frekuensi IC dapat dilihat pada pin out ini.

Frekuensi PWM tergantung pada kapasitansi timing dan resistansi timing. Kapasitor waktu (CT) terhubung antara pin 5 dan arde. Penghitung waktu (RT) terhubung antara pin 6 dan ground. Resistansi antara pin 5 dan 7 (RD) menentukan waktu mati (dan juga sedikit mempengaruhi frekuensi).

Frekuensi terkait dengan RT, CT dan RD oleh hubungan:

$$f = \frac{1}{CT(0{,}7RT + 3RD)}$$

Dengan RT dan RD di Ω dan CT di F, f pada satuan Hz.

Nilai tipikal RD berada dalam kisaran 10Ω hingga 47Ω. Kisaran nilai yang dapat digunakan (seperti yang ditentukan oleh produsen SG3525) adalah 0Ω hingga 500Ω. RT harus berada dalam kisaran 2kΩ hingga 150kΩ. CT harus berada dalam kisaran 1nF (kode 102) hingga 0.2μF (kode 224). Frekuensi osilator harus berada dalam kisaran 100Hz hingga 400kHz. Ada flip-flop sebelum tahap driver, karena sinyal output Anda akan memiliki frekuensi setengah dari frekuensi osilator yang dihitung

menggunakan rumus yang disebutkan di atas. Jadi, jika Anda ingin menggunakan ini untuk inverter 50Hz, Anda memerlukan sinyal drive 50Hz. Jadi, frekuensi osilator harus 100Hz.

Kapasitansi yang terhubung antara pin 8 dan ground menyediakan fungsionalitas soft-start. Semakin besar kapasitansi, semakin besar waktu mulai lunak. Ini berarti bahwa waktu yang dibutuhkan untuk beralih dari 0% siklus kerja ke siklus tugas yang diinginkan atau siklus tugas maksimum lebih besar. Jadi, siklus tugas meningkat lebih lambat pada awalnya. Perlu diingat bahwa ini hanya mempengaruhi laju awal kenaikan siklus tugas, yaitu, laju peningkatan siklus tugas setelah SG3525 dimulai. Nilai khas dari kapasitansi mulai-lunak berada dalam kisaran 1μF hingga 22μF tergantung pada waktu mulai lunak yang diinginkan.

Pin 9 adalah kompensasi. Ini dapat digunakan bersama dengan pin 1 untuk memberikan kompensasi umpan balik.

Pin 10 adalah shutdown. Ketika pin ini rendah, PWM diaktifkan. Ketika pin ini tinggi, kait PWM segera diatur. Ini memberikan sinyal mematikan tercepat untuk output. Pada saat yang sama kapasitor soft-start dikosongkan dengan sumber arus 150μA. Metode alternatif mematikan SG3525 adalah dengan menarik pin 8 atau pin 9 rendah. Namun, ini tidak secepat menggunakan shutdown pin. Jadi, ketika shutdown cepat diperlukan, sinyal tinggi harus diterapkan ke pin 10. Pin ini tidak boleh dibiarkan mengambang karena dapat menangkap suara dan menyebabkan masalah. Jadi, pin ini biasanya dipegang rendah dengan resistor pull-down.

Pin 11 dan 14 adalah output dari mana sinyal drive harus diambil. Mereka adalah output dari tahap driver internal SG3525 dan dapat digunakan untuk secara langsung menggerakkan MOSFET dan IGBT. Mereka memiliki peringkat arus kontinu 100mA dan peringkat puncak 500mA. Ketika drive yang lebih besar saat ini atau lebih baik diperlukan, tahap driver lebih lanjut menggunakan transistor diskrit atau tahap driver khusus harus digunakan. Demikian pula tahap pengemudi harus digunakan saat mengemudi perangkat yang menyebabkan disipasi daya yang berlebihan dan pemanasan SG3525. Saat mengemudi MOSFET dalam konfigurasi jembatan, driver sisi-tinggi-tinggi atau transformator gerbang-drive harus digunakan karena SG3525 dirancang hanya untuk drive sisi-rendah.

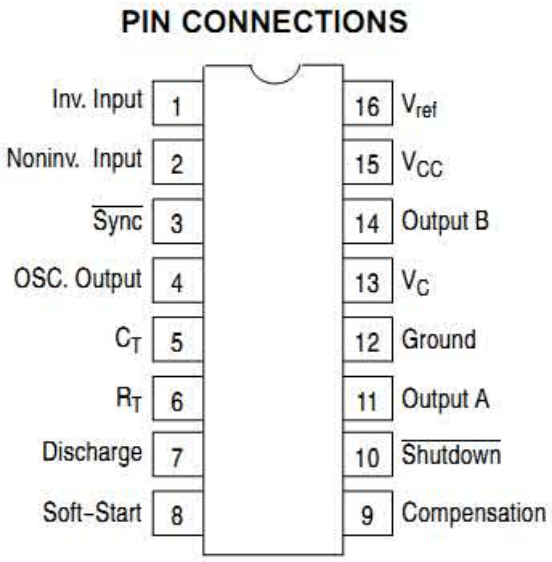
Pin 12 adalah koneksi Ground dan harus terhubung ke ground sirkuit. Itu harus berbagi kesamaan dengan perangkat yang dikendarainya.

Pin 13 adalah VC - tegangan suplai ke tingkat driver SG3525. Terhubung ke kolektor transistor NPN dalam tahap tiang totem keluaran. Karenanya nama VC. VC harus berada dalam kisaran 4,5V hingga 35V. Tegangan drive output akan menjadi satu drop tegangan transistor di bawah VC. Jadi, ketika mengendarai Power MOSFET, VC harus berada dalam kisaran 9V hingga 18V (karena sebagian besar Power MOSFET membutuhkan minimum 8V untuk dapat menyala penuh dan memiliki tegangan tembus VGS maksimum 20V). Untuk mengemudi MOSFET tingkat logika, VC yang lebih rendah dapat digunakan. Kehati-hatian harus diambil untuk memastikan bahwa tegangan tembus maksimum VGS dari MOSFET tidak bersilangan. Demikian pula ketika output SG3525 diumpankan ke driver lain atau IGBT, VC harus dipilih sesuai, dengan mengingat tegangan yang diperlukan untuk

perangkat yang diumpankan atau digerakkan. Ini adalah praktik umum untuk mengikat VC ke VCC ketika VCC di bawah 20V.

Pin 15 adalah VCC - tegangan suplai ke SG3525 yang membuatnya bekerja. VCC harus berada dalam kisaran 8V hingga 35V. SG3525 memiliki sirkuit penguncian di bawah tegangan yang mencegah operasi ketika VCC di bawah 8V, sehingga mencegah operasi yang salah atau malfungsi.

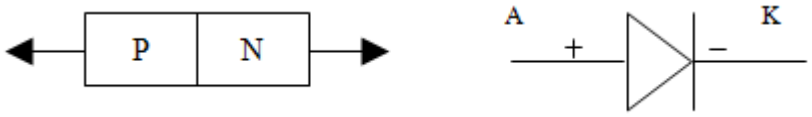
Pin 16 adalah output dari bagian referensi tegangan. SG3525 berisi modul referensi tegangan internal dengan nilai + 5.1V yang dipangkas untuk memberikan akurasi ± 1%. Referensi ini sering digunakan untuk memberikan tegangan referensi ke penguat kesalahan untuk mengatur tegangan referensi umpan balik. Dapat dihubungkan langsung ke salah satu input atau pembagi tegangan dapat digunakan untuk menurunkan tegangan lebih lanjut.



Gambar 2.6 ic sg 3525

2.7 Dioda

Dioda merupakan komponen penyearah, maksudnya mengubah tegangan bolak-balik (AC) menjadi tegangan searah (DC). Dioda merupakan semikonduktor yang hanya dapat menghantar arus listrik dan tagangan listrik pada satu arah saja. Bahan dasar dioda terbuat dari silikon dan germanium. Jika anoda dihubungkan dengan kutub positif sumber arus dan katoda dihubungkan dengan kutub negatif maka arus akan mengalir. Arus itu dikeluarkan dari kutub positif menuju kutub negatif. Jika anoda dihubungkan dengan kutub negatif sumber arus dan katoda dengan kutub positif maka tidak ada arus yang mengalir. Dalam pembuatan inverter ini menggunakan dioda IN4002 dan dalam pembuatan catu daya menggunakan rangkaian penyearah gelombang penuh dengan dioda bridge.

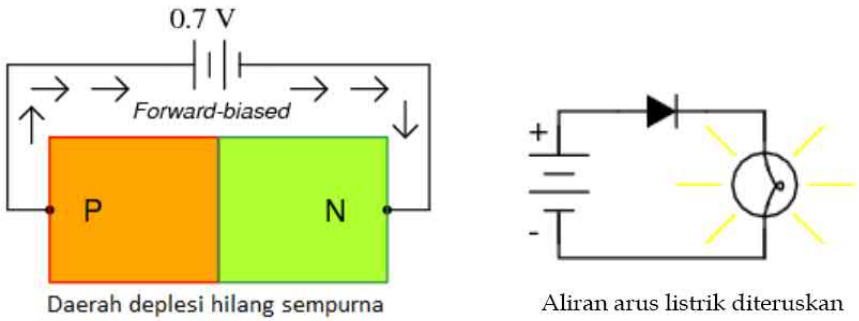


Gambar 2.7 Simbol diode

2.7.1 Tegangan bias maju (forward Bias)

Tegangan bias maju ini terjadi saat P (anoda) diberi tegangan positif dan N (katoda) diberi tegangan negatif . Pada keadaan ini akan terjadi penurunan tahanan dalam dioda yang menyebabkan arus elektron akan mengalir dari anoda ke katoda pada

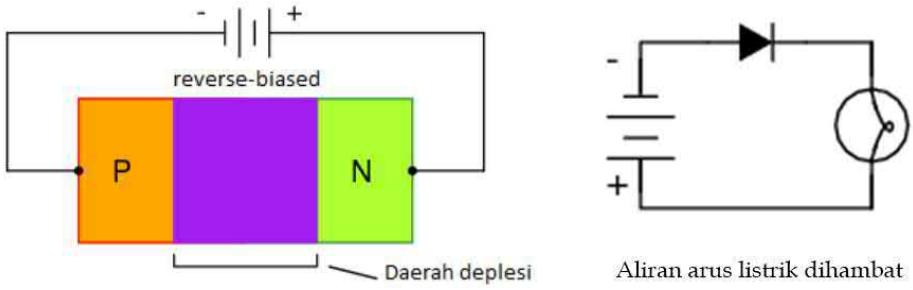
saat tegangan dadal antara p dan n terlampaui. Tegangan dadal bias maju ini berkisar 0,3 V untuk dioda germanium dan 0,7 V untuk dioda silikon.



Gambar 2.8 Bias Maju Pada Dioda

2.7.2 Tegangan bias mundur (Reverse Bias)

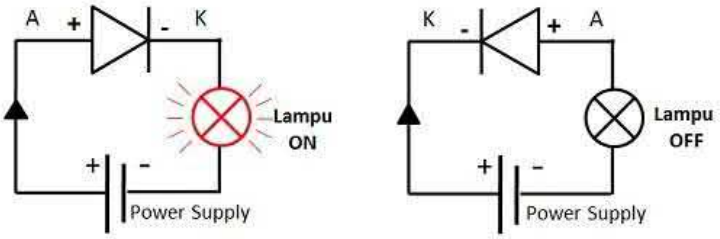
Tegangan bias mundur terjadi saat anoda diberi tegangan negatif dan katoda diberi tegangan positif. Hal ini akan menyebabkan tahanan dioda menjadi sangat besar dan kemungkinan kecil arus akan mengalir reverse ini mempunyai tegangan dadal (breakdown) yang sangat besar dan akan dadal jika tegangan masukannya diperbesar menjadi ratusan volt.



Gambar 2.9 Dioda Dengan Bias Mundur

2.7.3 Pendekatan Dioda (Dioda Ideal)

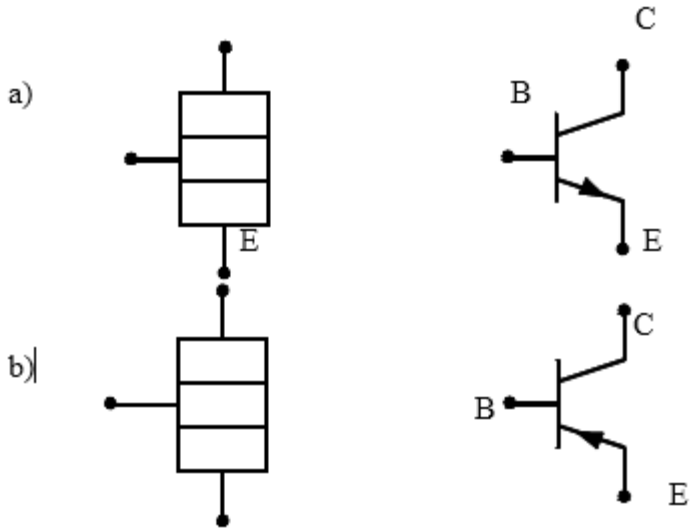
Dioda akan terhubung baik dalam arah forward dan tegangan masukan melebihi tegangan dadal 0,3 V untuk germanium dan 0,7 V untuk silikon dan konduktor buruk dalam arah reverse. Jika diambil inti sarinya suatu dioda ideal berlaku sebagai konduktor sempurna (bertegangan nol) bila diberi bias maju. Berlaku sebagai isolator yang sempurna (berarus nol) saat bias mundur. Istilah rangkaian dioda ideal berlaku sebagai saklar tertutup, saat bias .forward dan tegangannya melebihi tegangan dadal dioda. Apabila diberi bias reverse menjadi saklar terbuka.



Gambar 2.10 Kondisi dioda pada saat dibias

2.8 Transistor

Transistor adalah piranti semi konduktor yang terbuat dan bahan silikon atau germanium. Dimana di dalamnya terdiri dari tiga buah semi konduktor yang berselang-seling. Apabila yang tengah adalah tipe P dan diapit oleh dua buah tipe N, transistor tersebut berjenis NPN, bila dua semi konduktor P mengapit N maka disebut PNP.



Gambar 2.11 a) Jenis n-p-n dan b) Jenis p-n-p

Ada tiga unsur dalam transistor yaitu kolektor, basis, dan emitor. Panah pada emitor menyatakan arah aliran arus dan simbol transistor. Sebuah transistor dapat diumpamakan dua buah dioda PN yang disusun saling membelakangi. Sehingga jika antara basis dan emitor belum diberi tegangan, maka satu dari kedua dioda tersebut terbias mundur menyebabkan tidak meneruskan arus, meskipun antara kolektor dan emitor diberikan beda potensial. Sebaliknya jika basis emitor dibias maju, maka kedua dioda akan mengalirkan arus sehingga antara kolektor dan emitor akan mengalirkan arus.

2.8.1 Transistor Sebagai Saklar

Salah satu fungsi yang di gunakan untuk menghubungkan satu titik ke titik lain dengan memanfaatkan daerah kerja transistor saat cut-off dan saturasi.

1. Cut-Off

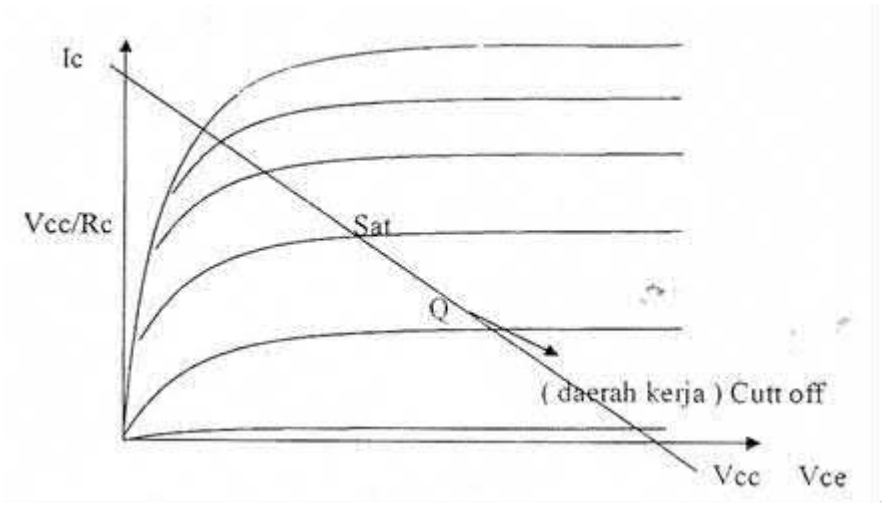
Kondisi dimana transistor pada kolektor dan emitor seperti saklar terbuka. Pada garis beban DC dapat di ambil penjelasan, saaat arus basis (Ib) adalah nol maka arus kolektor (Ic) yang mengalir ke kolektor adalah nol sehingga tidak ada arus yang mengalir ke emitor. Hal ini dapat diidealkan antara kolektor dan emitor seperti saklar terbuka.

2. Daerah Kerja Transistor

Daerah di mana Ib di atas nol menuju Ib di bawah Ib saturasi. Di idealkan transistor akan menuju menjadi saklar tertutup.

3. Saturasi

Saturasi terjadi kondisi dimana lb sama dengan Ib saturasi. Antara kolektor dan emitor seperti saklar tertutup dan tidak bergerak lagi. Arus akan mengalir dari kolektor ke emitor secara penuh.



Gambar 2.12 Daerah kerja aktif transistor

2.9 MOSFET

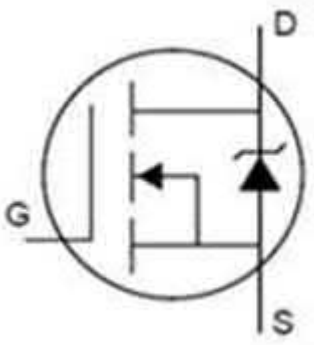
MOSFET merupakan salah satu jenis FET (field effect transistor) atau transistor efek medan, MOSFET memiliki 3 atau 4 buah kaki konduktor, yaitu kaki pertama atau ujung atas dinamakan drain, kaki kedua ujung bawah dinamakan source, dan kaki ketiga dinamakan gate. Gate biasanya memiliki 1 atau dua buah kaki. Pada kedua sisi kiri dan kanan terdapat implant semikonduktor yang berbeda tipe bahan. Terminal kedua sisi implant ini terhubung satu dengan yang lainnya secara internal dan dinamakan gate. Yang membedakan MOSFET dengan FET-FET lainnya terletak pada gate, karena gate pada MOSFET diisolasi oleh bahan oksida. Gate sendiri terbuat dari bahan metal seperti alumunium. Oleh karena itulah, transistor efek medan ini dinamakan metal oxide semiconductor (MOSFET).

MOSFET mempunyai kaki-kaki :

1) Sumber (Source) = S
2) Cerat (Drain) = D
3) Gerbang (Gate) = G

Adapun susunan pembentukan MOSFET dapat digambarkan sebagai berikut:

1) Semikonduktor type N diberi terminal cerat (D) dan sumber (S).
2) Kedalamnya ditambahkan semikonduktor type P yang dinamakan Substrate.
3) Kemudian pada bagian lain di lekatkan lapisan oksida logam tipis (Si O2) dan dinamakan gerbang (gate) Si O2 bersifat isolator.



Gambar 2.13 simbol mosfet

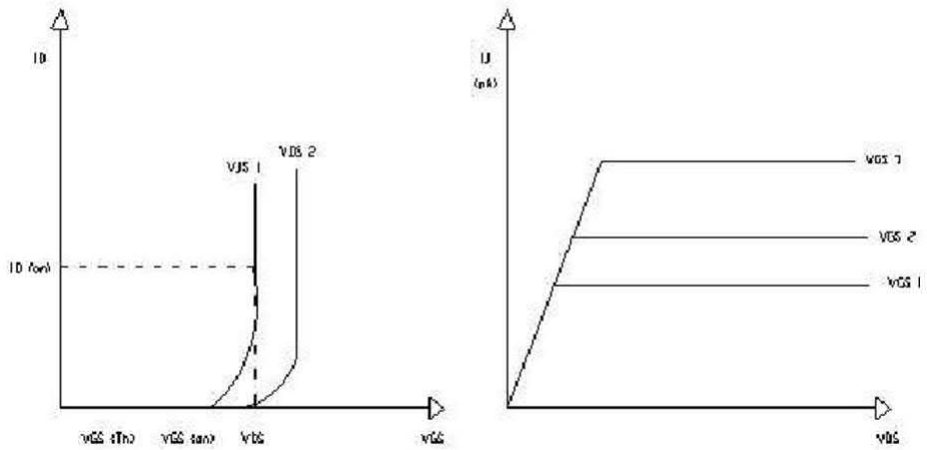
MOSFET mempunyai impedansi yang sangat tinggi. Harga dari sebuah MOSFET cukup tinggi, maka dari itu penggunaan MOSFET harus disesuaikan dengan kebutuhan yang sangat mendesak untuk sebuah alat. Dalam pengemasan dan perakitan pada MOSFET, perlu diingat dan diperhatikan bahwa komponen ini tidak tahan terhadap elektrostatik. Untuk pengemasannya menggunakan kertas timah atau heatsync dan untuk pematriannya diusahakan menggunakan solder yang khusus untuk MOSFET.

2.9.1 Prinsip Kerja MOSFET

Gagasan yang ada dibalik switch analog adalah hanya mempergunakan dua titik pada garis beban yaitu titik putus atau titik jenuh. Secara ideal MOSFET bekerja sebagai switch yang tertutup bila dalam keadaan jenuh dan sebagai switch yang terbuka bila dalam keadaan terputus. MOSFET bekerja sebagai switch dengan cara memberikan tegangan VGS Pemberian tegangan VGS akan mengontrol nilai RDS (ON) yang akan mempengaruhi tegangan keluaran, sehingga keluaran dapat diubah secara kontinyu antara tegangan minimum dan maksimum.

2.9.2 Kurva karakteristik MOSFET

Ada dua macam karakteristik yang bisa ditemukan pada MOSFET, yaitu karakteristik Drain ID =f(VDS) dan karakteristik transkonduktansi ID =f(VGS), gambar di bawah adalah kurva karakteristik MOSFET.



Gambar 2.14 Kurva karakteristik MOSFET

2.9.2.1 Drain Characteristics

Analisa kurva drain dilakukan dengan mencoba beberapa tegangan gate to source (VGS) konstan, lalu dibuat grafik hubungan antara arus drain terhadap tegangan drain to source (VDS). Dari gambar 2.13 kurva ini terlihat bahwa transistor MOSFET dapat bekerja (ON) mulai dari tegangan gate to source (VGS) telah mencapai titik ambang, dalam pengujianya Vth adalah 3,5 volt dan di uji sampai dengan nilai tegangan VGS yang diuji sebesar 12 V, biasanya pada MOSFET yang difungsikan sebagai elektronik daya memiliki nilai VGS maksimal yang berbeda-beda, sesuai dengan tipe atau seri MOSFET yang digunakan. Misalkan tipe atau seri MOSFET IRF460.

Jika tegangan VGS tetap dan VDS terus dinaikkan, maka ID akan naik. dan apabila VDS terus dinaikan, maka selanjutnya akan berada pada daerah saturasi atau daerah jenuh. Jika keadaan saturasi telah tercapai, maka arus ID akan konstan. Tentu saja ada tegangan VGS(max), yang diperbolehkan. Karena jika lebih dari tegangan ini akan dapat merusak isolasi gate yang tipis alias merusak MOSFET itu sendiri.

Tujuan harus mengetahui Drain Characteristics yaitu agar MOSFET yang akan digunakan bisa diketahui kehandalannya, apakah kemampuan arus dan tegangan pada MOSFET terutama pada tegangan yang diuji VDS sama dengan datasheet atau tidak. Karakteristik ini juga bisa memberikan informasi tentang proses pengosongan dan pengisian elektron pada MOSFET.

2.9.2.2 Transconductance Characteristics

Analisa kurva Transconductance dilakukan hampir sama dengan kurva Drain yaitu dengan mencoba beberapa tegangan, akan tetapi perbedaannya yaitu dibalik dengan mencoba beberapa tegangan drain to source (VDS) dibuat konstan, sedangkan yang dibuat grafik yaitu hubungan antara arus drain (ID) terhadap tegangan gate to source (VGS). Dari gambar 2.14 kurva ini terlihat bahwa pada transistor MOSFET berlaku semakin besar tegangan drain to source (VDS) maka semakin besar pula arus drain yang dihasilkan. Selain itu, ada proses kenaikan arus drain (ID) dari tegangan threshold (Vth) atau tegangan minimum MOSFET melakukan konduktansi sampai MOSFET mulai bekerja (ON) pada kondisi tegangan gate to source (VGS) yang telah ditentukan dan

kenaikan arus drain (ID) akan menjadi konstan setelah mencapai kondisi MOSFET bekerja (ON).

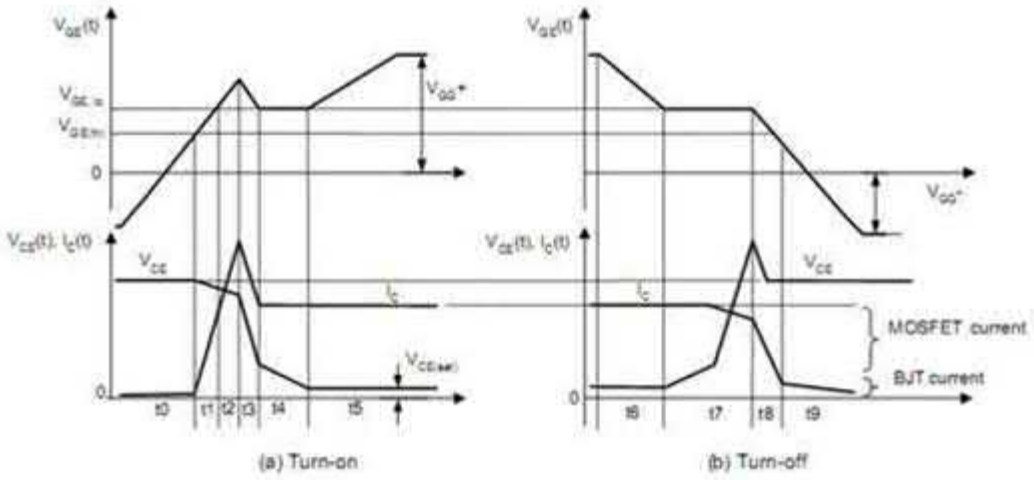
Tujuan harus mengetahui Transconductance Characteristics sama seperti drain characteristics yaitu agar MOSFET yang akan digunakan bisa diketahui kehandalannya, apakah kemampuan arus dan tegangan pada MOSFET terutama pada tegangan yang diuji VGS sama dengan datasheet atau tidak. Karakteristik ini juga bisa memberikan informasi tentang proses terjadinya konduktansi pada gate elektron pada MOSFET.

2.9.3 Sifat sifat mosfet

Komponen utama di dalam aplikasi elekronika daya (power electronics) dewasa ini adalah saklar zat padat (solid-state switches) yang diwujudkan dengan peralatan semikonduktor seperti transistor bipolar (BJT),transistor efek medan (MOSFET), maupun Thyristor. Sebuah saklar ideal di dalam aplikasi elektronika daya akan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:

1. Pada saat keadaan tidak menghantar (off), saklar mempunyai tahanan yang besar sekali, mendekati nilai tak berhingga. Dengan kata lain, nilai arus bocor struktur saklar sangat kecil.
2. Sebaliknya, pada saat keadaan menghantar (on), saklar mempunyai tahanan menghantar (Ron) yang sekecil mungkin. Ini akan membuat nilai tegangan jatuh (voltage drop) keadaan menghantar juga sekecil mungkin, demikian pula dengan besarnya (power dissipation) yangterjadi, dan (kecepatan pensaklaran (switching speed) yang tinggi.

Gambar 2.9 merupakan Idealisasi Dari Proses Turn-on dan Turn-off MOSFET



Gambar 2.15 Idealisasi Dari Proses Turn-on dan Turn-off MOSFET

1. Sifat nomor (1) umumnya dapat dipenuhi dengan baik oleh semua jenis peralatan semikonduktor yang disebutkan di atas, karena peralatan semikonduktor komersial pada umumnya mempunyai nilai arus bocor yang sangat kecil.
2. Untuk sifat nomor (2), BJT lebih unggul dari MOSFET, karena tegangan jatuh pada terminal kolektor-emitter, VCE pada keadaan menghantar (on) dapat dibuat sekecil mungkin dengan membuat transitor BJT berada dalam keadaan jenuh (saturasi).,namun untuk kecepatan switching, MOSFET lebih unggul dari BJT, karena sebagai komponen yang bekerja berdasarkan aliran pembawa muatan mayoritas (majority carrier), pada MOSFET tidak dijumpai arus penyimpanan pembawa muatan minoritas pada saat proses pensaklaran, yang cenderung memperlambat proses pensaklaran tersebut.

2.9.4 Mengetes Kondisi Mosfet

Pengujian fungsi MOSFET dapat dilakukan dengan menguji fungsi switching dengan cara menghubungkan drain MOSFET dengan sebuah lampu yang kemudian disambungkan ke sumber tegangan positive sesuai dengan tegangan nominal lampu

tersebut, kemudian menghubungkan source ke titik nol sumber tegangan, kemudian untuk mengatur fungsi switchingnya diberikan trigger pulsa dan mengukur dengan oscilloscope bentuk tegangan keluaran dari proses switching tersebut yang hasilnya harus sama dengan bentuk trigger input yang diberikan pada gate MOSFET.

2.9.5 Driver Mosfet

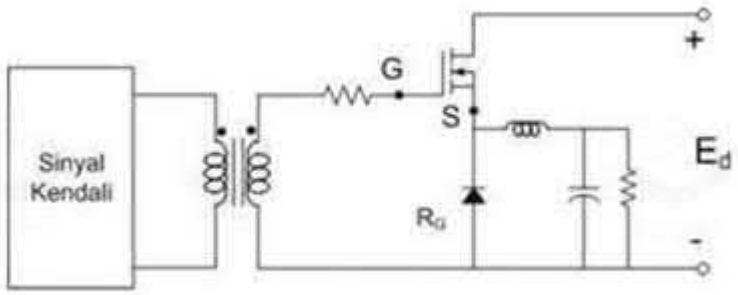
Rangkaian driver adalah rangkaian yang menghubungkan antara rangkaian control dengan MOSFET sehingga rangkaian kontrol dapat berfungsi dengan baik terhadap MOSFET. Fungsi utama rangkaian driver adalah untuk dapat mengoperasikan MOSFET dari kondisi OFF ke kondisi ON dan juga sebaliknya. Untuk dapat meng-operasikan MOSFET sebagai saklar, sumber tegangan harus diberikan pada kaki-kaki gerbang (Gate) saklar. Tegangan kontrol harus diberikan antara terminal gerbang dan Sumber atau antara terminal basis dan emitter tergantung dari jenis MOSFET yang digunakan. Secara mendasar ada dua jalan mengisolasi sinyal kendali atau gerbang terhadap source.

1. Dengan menggunakan transformator pulsa.

   Transformator pulsa memiliki satu lilitan primer dan satu atau lebih lilitan sekunder. Banyaknya lilitan sekunder akan memungkinkan untuk memberikan sinyal gerbang secara simultan baik untuk saklar-saklar yang terhubung secara paralel ataupun serial. Transformator harus memiliki induktansi bocor yang sangat kecil dan waktu naik dari sinyal keluaran harus sangat pendek. Pada sinyal yang relatif panjang dan frekuensi penyaklaran yang rendah, tranformator akan saturasi dan keluarannya akan terdistorsi. Berikut

memperlihatkan gambar suatu pengaturan drive gerbang yang terisolasi dengan menggunakan transformator pulsa.

Gambar 2.16 merupakan rangkaian isolasi dengan menggunakan transformator pulsa, dan gambar 2.17 merupakan bentuk fisik dari transformator pulsa.



Gambar 2.16 rangkaian driver menggunakan transformasi pulsa

Gambar 2.17 transfomator pulsa

2. Dengan menggunakan optocoupler

Optocoupler adalah alat yang menggunakan transmisi optic jarak dekat untuk mentransfer sinyal elemen dari rangkaian, secara tipikal yaitu sebuah transmitter dan sebuah receiver yang disimpan terisolasi secara listrik. Optocoupler terdiri dari sebuah optic LED dan fotodetector misalnya fototransistor. Jika dilihat dari penggunaannya, optocoupler biasa digunakan untuk mengisolasi common rangkaian input dengan common rangkaian output.

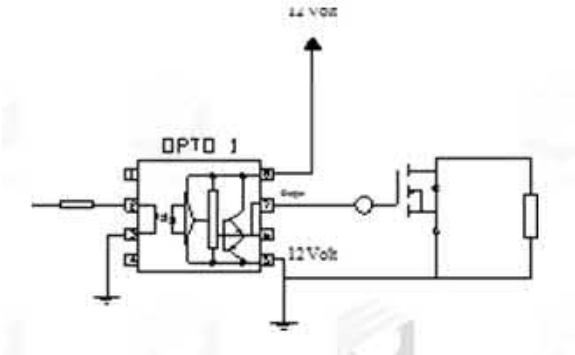
Sehingga supply tegangan untuk masing-masing rangkaian tidak saling terbebani dan juga untuk mencegah kerusakan pada rangkaian kontrol (rangkaian input).

Jika diberikan arus Id maka diode dibias maju, sehingga Id diubah menjadi sinyal dengan panjang waktu tertentu. Sinyal optic diterima basis untuk menggerakkan arus kolektor. Pemakaian fototransistor adalah untuk memperbaiki kualitas pengkopi foto diode yaitu dengan peningkatan penguatan sehingga dapat dipakai pada arus yang lemah.

Proses terjadinya pancaran cahaya pada LED infra merah dalam optocoupler adalah sebagai berikut. Saat dioda menghantarkan arus, elektron lepas dari ikatannya karena memerlukan tenaga dari catu daya listrik. Setelah elektron lepas, banyak elektron yang bergabung dengan lubang yang ada di sekitarnya (memasuki lubang lain yang kosong). Pada saat masuk lubang yang lain, elektron melepaskan tenaga yang akan diradiasikan dalam bentuk cahaya, sehingga dioda akan menyala atau memancarkan cahaya pada saat dilewati arus. Cahaya infra merah yang terdapat pada optocoupler tidak perlu lensa untuk memfokuskan cahaya karena dalam satu chip mempunyai jarak yang dekat dengan penerimanya. Pada optocoupler yang bertugas sebagai penerima cahaya infra merah adalah fototransistor. Fototransistor merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai detektor cahaya infra merah. Detektor cahaya ini mengubah efek cahaya menjadi sinyal listrik, oleh sebab itu fototransistor termasuk dalam golongan detektor optik.

Optocoupler adalah alat yang digunakan untuk mengkopel cahaya sumber detector tanpa perantara, karena itu disebut juga optoisolator atau fotoisolator. Sinyal listrik pada input dapat diubah menjadi sinyal optic dengan menggunakan sumber cahaya LED dan sinyal listrik tersebut diterima oleh detector untuk diubah menjadi sinyal listrik kembali. Batas waktu turn-on dan turn-off nya adalah Ton = 2 sampai 5 mikrodetik dan waktu turn-off = 300 nanodetik, hal ini menjadi batasan pada aplikasi-aplikasi frekuensi tinggi.

Optocoupler mengkombinasikan suatu dioda cahaya infrared (ILED) dan foto transistor silikon. Optocoupler merupakan salah satu jenis komponen yang memanfaatkan sinar sebagai pemicu on/off-nya. Opto berarti optik dan coupler berarti pemicu. Sehingga bisa diartikan bahwa optocoupler merupakan suatu komponen yang bekerja berdasarkan picu cahaya optik. Rangkaian isolasi gerbang dengan menggunakan fototransistor akan diperlihatkan pada gambar 2.18 di bawah ini.



Gambar 2.18 Rangkaian driver menggunakan optocoupler

Optocoupler memiliki dua bagian penting yang membuat komponen bekerja sesuai fungsinya, yaitu :

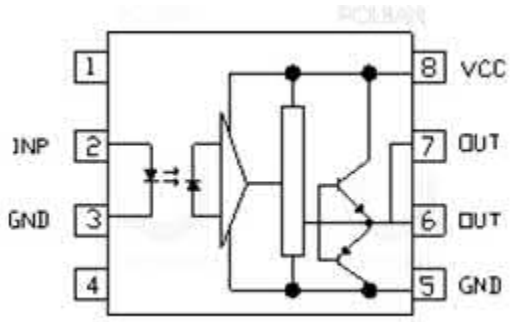
1. Transmitter

Pada transmitter dibangun dari sebuah LED (Light Emitting Diode) infra merah. Jika dibandingkan dengan menggunakan LED biasa, LED infra merah memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap sinyal tampak. Cahaya yang dipancarkan oleh LED infra merah tidak terlihat oleh mata telanjang.

2. Receiver

Pada bagian receiver dibangun dengan dasar komponen photodiode. Photodiode merupakan suatu transistor yang peka terhadap cahaya. Suatu sumber cahaya menghasilkan energi panas, begitu pula dengan spektrum infra merah, karena spektrum infra menpunyai efek panas yang lebi besar dari cahaya tampak, maka photodiode lebih peka untuk menangkap radiasi dari sinar infra merah. Selain photodiode, pada receiver terdapat operational amplifier, resistor dan hubungan transistor.

Ditinjau dari kegunaan fisik optocoupler dapat berbentuk bermacam-macam. Bila hanya digunakan untuk mengisolasi level tegangan atau data pada sisi transmitter dan sisi receiver, maka optocoupler ini bisasanya dibuat dalam bentuk solid (tidak ada ruang antara LED dan Photodiode). Sehingga sinyal listrik yang ada pada input dan output akan terisolasi. Dengan kata lain optocoupler di gunakan sebagai optosilator jenis IC.



Skema optocoupler

Arus forward (IF) dan tegangan forward (VF) merupakan arus maju dan tegangan maju yang berasal dari rangkaian kontrol dan masuk pada bagian transmitter, karena arus maju dan tegangan maju masuk ke LED infra merah untuk memancarkan cahaya yang tidak terlihat oleh mata telanjang.

Pancaran dari LED infra merah akan diterima oleh receiver yang berupa photodiode dan diteruskan menuju operational amplifier. Dari op-amp diteruskan lagi menuju transistor yang dihubungkan direct transistor dan menghasilkan tegangan keluaran (VO) untuk disalurkan menuju rangkaian daya. Agar membuat optocoupler ini aktif, maka diperlukan suplai tegangan (VCC) sebesar tegangan yang dibutuhkan optocoupler sesuai seri atau tipe dari optocoupler. Untuk menggunakan optocoupler diperlukan kapasitor sebesar 0,1 mikrofarad dan dipasang diantara VCC dengan ground.

2.9.6 Perbandingan MOSFET dan IGBT

MOSFET (Metal Oxide Semiconductor Field Efect Transistor) maupun IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor), keduanya merupakan piranti atau komponen aktif pokok yang kini banyak digunakan dalam bidang elektronika daya, yakni UPS

(Uninterruptible Power Supply), dan sistem pengendali daya/motor-motor besar di bidang industri. Sebelum adanya kemajuan kinerja Power MOSFET, gelanggang penyakelar daya dulunya memang didominasi oleh BJT (bipolar junction transistor), dan SCR yang sulit untuk dimatikan (turn-off) dan lambat. Para perancang di berbagai laboratorium pembuatan piranti semikonduktor selalu berusaha menemukan piranti penyakelar (switching device) yang memiliki kemampuan lebih baik. Beberapa waktu kemudian, barulah dikembangkan MOSFET, dan berikutnya IGBT.

1. Struktur dasar

Transistor bipolar PNP dan NPN dalam Gambar 10, membentuk sebuah SCR. Jika penguatan dari keduanya tersebut cukup tinggi, maka SCR akan dapat terkunci. Resistansi basis R berfungsi mencegah pengguliran dari kondisi saat menyambung (on). Secara prinsip, rangkaiannya dapat disetarakan dan direduksi sehingga menjadi seperti terlhat pada Gambar 1c. Struktur yang demikian ini dapat menawarkan yang terbaik dari dua kubu, yakni; impedansi masukan yang tinggi, yang merupakan ciri dari sebuah power MOSFET, dan tegangan saturasi yang rendah, yang merupakan ciri dari sebuah transistor bipolar. Pada hakekatnya, MOSFET dan IGBT konvensional dibangun melalui proses DMOS (*double diffused MOS*), yang menggunakan teknik, yakni; suatu lapisan silikon epitaksi tebal yang dibangun di atas substrat silikon yang besar dan beresistansi tinggi. Namun demikian, pada tegangan dalam orde 1200 volt, ketebalan lapisan epitaksi serta resistansi kondisi menyambung pada piranti tersebut menjadi terlalu besar untuk tegangan yang setinggi itu. Dampaknya, harga piranti tersebut menjadi terlalu mahal. Kinerja yang jelek dan biaya yang lebih tinggi

mendorong pabrik semikonduktor tertarik untuk mencoba usaha lain, misalnya saja, menghubungkan MOSFET dalam moda seri-paralel dan lain-lain.

a. Perbandingan Umum Antara Kinerja MOSFET

Tabel 2.2 Perbandingan tiga piranti penyakelar daya untuk kemampuan (rating) yang setara.

Table 2.2 perbandingan kinerja mosfet

Karakteristik	**MOSFET**	**IGBT**	**Bipolar**
Kemampuan arus (A)	20	20	20
Kemampuan tegangan (V)	500	600	500
R_{on} (ohm) Pada 25° C	0,2	0,24	0,18
R_{on} (ohm) Pada 150° C	0,6	0,23	0,24
Waktu turun (nanodetik)	40	200	200

Dua fakta yang bersumber pada Tabel 2.2 tersebut adalah bahwa; pertama, transistor bipolar sangat lebih lambat daripada MOSFET. Secara prinsip, hal ini disebabkan oleh waktu gulir mati (*turn-off*) piranti bipolar yang lebih panjang. Kedua adalah resistansi saat kondisi menyambung (*on-state*) piranti bipolar yang relatif tak bergantung (bersifat invarian) terhadap temperatur, dibandingkan dengan adanya nilai koefisien temperatur yang tinggi pada MOSFET. Informasi koefisien temperatur ini merupakan pertimbangan penting dalam perencanaan batas aman thermal pada sistem-sistem yang berdaya tinggi. Tabel 2.2 menyatakan perbandingan yang lebih umum mengenai karakteristik penyakelarannya. Disebabkan oleh struktur masukan gate-nya, MOSFET dan IGBT

merupakan piranti elektronik yang dikemudikan oleh tegangan, dengan kebutuhan akan daya pengemudi yang relatif kecil saja. Sementara itu, pada transistor bipolar yang sifatnya dikemudikan oleh arus (arus keluaran dibagi oleh h_{FE}), ia memerlukan pengemudi dengan daya yang relatif lebih besar

Tabel 2.3 Perbandingan karakteristik piranti penyakelar daya

Karakteristik	Mosfet	IGBT	Bipolar
Tipe pengemudi	Tegangan	Tegangan	Arus
Daya pengemudi	minimum	Minimum	Besar
Tingkat kerumitan pengemudi	Sederhana	Sederhana	Cukupan atau sedang
Kemampuan arus pada nilai tegangan drop di ujung-ujung terminal piranti	Tinggi pada teg. rendah; rendah pada teg. tinggi	Sangat tinggi (terpengaruh oleh kecepatan penyakelaran)	Cukupan (sangat terpengaruh oleh kecepatan penyakelaran
Rugi penyakelaran	Sangat rendah	Rendah sampai sedang (dipengaruhi oleh rugi konduksi)	Sedang sampai tinggi (dipengaruhi oleh rugi konduksi)

MOSFET IRFZ44N

FET Type	MOSFET N-Channel, Metal Oxide
FET Feature	Standard
Drain to Source Voltage (Vdss)	55V

Current - Continuous Drain (Id) @ 25°C	49A (Tc)
Rds On (Max) @ Id, Vgs	22 mOhm @ 25A, 10V
Vgs(th) (Max) @ Id	4V @ 1mA
Gate Charge (Qg) @ Vgs	62nC @ 10V
Input Capacitance (Ciss) @ Vds	1800pF @ 25V
Power - Max	110W

Table 2.4 deskrisi mosfet irfz44n

2.10. Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronika yang mempunyai kemampuan menyimpan elektron-elektron selama waktu yang tidak tertentu., tanpa disertai perubahan kima pada bahan kapasitor. Besarnya kapasitansi dari sebuah kapasitor dinyatakan dalam satuan farad.

a. Kapasitor Non Polar b. Kapasitor Bipolar

Simbol kapasitor

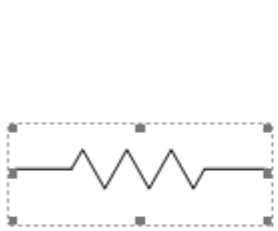
Sifat-sifat kapasitor pada umumnya :

1. Terhadap tegangan DC merupakan hambatan yang sangat besar.

2. Terhadap tegangan AC mempunyai resistansi yang berubah-ubah sesuai dengan besarnya frekuensi saja.
3. Terhadap tegangan AC akan menimbulkan pergeseran fasa, dimana arus yang mendahului tegangan.

2.11. Resistor

Resistor adalah komponen elektronika yang berfungsi untuk menghambat aliran listrik. Besarnya resistansi dinyatakan dengan satuan ohm, kilo ohm dan mega ohm. Dicantumkan pada setiap resistor dalam bentuk lambang bilangan atau cincin kode warna. Selain nilai resistansinya juga disertakan kemampuan dayanya. Resistor ditulis dengan simbol “R“. Besarnya resistansi resistor berbeda-beda bila dilihat dari ukuran fisik antara satu dengan yang lain.



a. Resistor

b. Variabel Resistor

Simbol Resistor.

2.12. Transformator (TRAFO)

Transormator (atau yang lebih dikenal dengan nama trafo) adalah suatu alat elektronik yang memindahkan energi dari satu sirkuit elektronik ke sirkuit lainnya melalui pasangan magnet. Trafo mempunyai dua bagian diantaranya yaitu bagian input (primer) dan bagian output (sekunder). Pada bagian primer atau pun bagian sekunder terdiri dari lilitan-lilitan tembaga. Pada bagian primer, tegangan yang masuk disebut

dengan tegangan primer (Vp) dengan lilitannya disebut dengan lilitan primer (Np), sedangkan pada bagian sekunder tegangan yang masuk disebut dengan tegangan sekunder (Vs) dengan lilitannya disebut dengan lilitan sekunder (Ns). Sehingga didapatkan hubungan bahwa:

$$\frac{Vp}{Vs} = \frac{Np}{Ns} + \frac{Ip}{Is}$$

Keterangan:

Vp= tegangan primer (volt)

Vs = tegangan sekunder (volt)

Np = jumlah lilitan primer (lilitan)

Ns = jumlah lilitan sekunder (lilitan)

Is = Arus Primer (Ampere)

Ip = Arus Sekunder (Ampere)

Jenis-jenis trafo

1. Trafo Step down digunakan untuk menurunkan tegangan.
2. Trafo step up digunakan untuk menaikkan tegangan.
3. Adaptor digunakan untuk mengubah arus AC (alternating current) menjadi DC (direct current).
4. Trafo input
5. Trafo output
6. Trafo filter .

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan tugas akhir dengan judul **"RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA MENGGUNAKAN IC SG3525"** dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat pengubah tegangan DC 12 volt menjadi Tegangan AC 220 volt 18 watt (Inverter) dapat menggantikan sumber tegangan yang disupply dari PLN. Hal ini karenamenggunakan transfomator 2 ampere sedangkan jika menggunakan trafo 5 ampere daya yang dihasilkan bisa mencapai 45 watt. Daya inverter yang dihasilkan tergantung transfomator yang dihasilkan dengan maksimum daya keluaran dari mosfet sebesar 220 watt.
2. Alat ini dapat dijadikan sumber tenaga listrik cadangan.
3. Dari hasil perbandingan antara hasil perhitungan secara teoritis dengan hasil pengujian output tegangan AC maka dapat dikatakan bahwa alat pengubah tegangan DC 12 volt menjadi tegangan AC 220 volt tegangan keluaran stabil karena ada input feedbacknya.

5.2 Saran

1. Agar daya yang dikeluarkan dapat maksimal harus menggunakan transfomator dengan ampere yang besar.
2. Dalam pemasangan aki dengan kabel harus dihubungkan dengan erat untuk menghindari percikan bunga api mengingat arus aki yang besar.

3. Penentuan besarnya beban yang terpasang harus diperhatikan karena inverter ini hanya memiliki daya 18 watt.
4. Untuk penggunaan daya yang besar, pada mosfet IRFZ44N harus diberi alumunium pendingin atau heatsink.

DAFTAR PUSTAKA

Ashari,mochamad.2012.*Desain rangkaian elektronika daya*.Surabaya:ITS Press.

Ashari,mochamad.2017. *Desain converter elektronika daya*.Bandung:informatika.

Bacha,Seddik, Iulian Munteanu dan Antoneta Luliana Bratcu.*Power Electronic converters modeling and control*.London:Springer science.

Iyung Ruslan.2017.*RANCANG BANGUN INVERTER SATU FASA TOPOLOGI H-BRIDGE BERBASIS MIKROKONTROLER UNTUK SOLAR HOME SYSTEM*.Skripsi.Tidak diterbitkan.Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan. Universitas Pendidikan Indonesia:Bandung.

Lin luo,fang, Hong ye dan Muhamad Rashid.2005.*Digital Power Electronics and Applications*.San diego California : Academic Press.

Landasan teori inverter. Dikutip 19 agustus 2019 dari http://digilib.polban.ac.id/files/disk1/74/jbptppolban-gdl-buyungsalb-3690-3-bab2--6.pdf.

Pollefliet,jean.2017.*Power Electronics:Switches and Converters*. San diego California: Academic Press.

Rashid,muhamad H.2011.*Power Electronics Handbook*.Amsterdam:Elsevier Science.

Tahmid.(2013,7 Januari). *Menggunakan kendali PWM SG3525*.Dikutip 19 agustus 2019 dari Using The SG3525 PWM Controller: http://tahmidmc.blogspot.com/2013/01/using-sg3525-pwm-controller-xplanation.html.

Youtube(2012.january.21)600W 12V to 220V feedback stable 220v inverter:Homemade 102[berkas video].Diperoleh dari https://www.youtube.com/watch?v=nfdAxLqAyL0.