



**DYNAMIC BRAKING MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE
INJEKSI ARUS SEARAH DISERTAI TAMPILAN LCD**

TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada Program Studi
Diploma III Teknik Elektro Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro Semarang

Disusun oleh :

Ichsan Riza Kurniawan

NIM. 40040318083025

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK ELEKTRO
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2021

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

DYNAMIC BRAKING MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE INJEKSI ARUS SEARAH DISERTAI TAMPILAN LCD

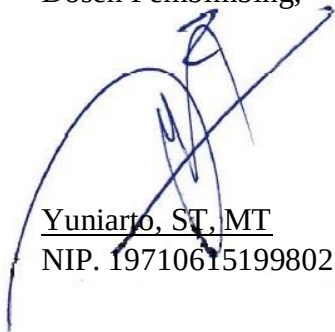
Diajukan oleh :

Ichsan Riza Kurniawan

NIM. 40040318083025

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA BAIK OLEH

Dosen Pembimbing,



Yuniarto, ST, MT
NIP. 197106151998021001

Tanggal : 16 Desember 2021

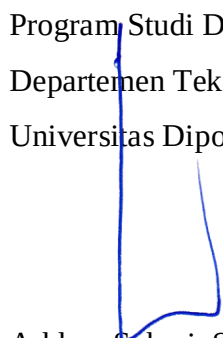
Mengetahui,

Ketua

Program Studi DIII Teknik Elektro

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Arkhan Subari, ST, M.Kom
NIP. 197710012001121002

Tanggal : 31 Desember 2021

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

DYNAMIC BRAKING MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE INJEKSI ARUS SEARAH DISERTAI TAMPILAN LCD

Diajukan oleh :

Ichsan Riza Kurniawan

NIM. 40040318083025

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 23 Desember 2021

Penguji I


Priyo Sasmoko, ST, M.Eng
NIP. 197009161998021001

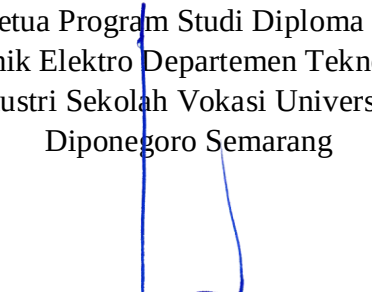
Penguji II


Fakhruddin M, ST, MT
NIP. 198908202019031012

Penguji III


Yuniarto, ST, MT
NIP. 197106151998021001

Mengetahui,
Ketua Program Studi Diploma III
Teknik Elektro Departemen Teknologi
Industri Sekolah Vokasi Universitas
Diponegoro Semarang


Arkhan Subari, ST, M.Kom
NIP. 197710012001121002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Ichsan Riza Kurniawan
NIM : 40040318083025
Program Studi : Teknik Elektro Departemen Teknologi Industri Sekolah
Vokasi Universitas Diponegoro
Judul Tugas Akhir : **DYNAMIC BRAKING MOTOR INDUKSI 3 FASA
DENGAN METODE INJEKSI ARUS SEARAH
DISERTAI TAMPILAN LCD**

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan Peraturan Perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 30 November 2021
Yang memberi pernyataan

Ichsan Riza Kurniawan
NIM. 40040318083025

BERITA ACARA



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEKOLAH VOKASI**

Jl. Prof. Soedarto, SH., Tembalang - Semarang Kode Pos 50275 Telp. (024) 7460053, 7460055

BERITA ACARA

Berdasarkan surat Ketua Program Studi Diploma III Teknik Elektro tentang ujian tugas akhir, maka pada Kamis, 23 Desember 2021, pukul 09:00 WIB telah dilaksanakan ujian tugas akhir terhadap mahasiswa :

Nama : ICHSAN RIZA KURNIAWAN
NIM : 40040318083025
Judul TA : *Dynamic Braking* Motor Induksi 3 Fasa dengan Metode Injeksi Arus Searah disertai Tampilan LCD

Dengan Nilai :

Penguji 1 :75..... (dalam angka)
Penguji 2 :75..... (dalam angka)
Penguji 3 :75..... (dalam angka)
Jumlah :225..... (dalam angka)
Rata-rata :75..... (dalam angka).....**B**.....(dalam huruf)

Berita acara ini kami buat dengan keadaan sesungguhnya, dan sebagai laporan kepada Ketua Program Studi Diploma III Teknik Elektro Sekolah Vokasi UNDIP.

Demikian harap menjadi maklum.

Semarang, 23 Desember 2021

Penguji :

1. Priyo Sasmoko, ST, M.Eng
2. Fakhrudin. M, ST, MT
3. Yuniarto, ST, MT

Pembimbing :

Yuniarto, ST, MT

Tanda Tangan



HALAMAN PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Kedua orang tua yang selalu mendoakan dan selalu memberi dukungan dalam menyelesaikan tugas akhir.
3. Kedua adik yang selalu mendoakan dan memberi semangat kepada saya
4. Dosen dan karyawan Program Studi Teknik Elektro Departemen.
Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro yang telah memberi bimbingan selama masa perkuliahan.
5. Teman-teman Program D3 Kerjasama PT. PLN dan seluruh teman teman
Program Studi Diploma III Teknik Elektro Universitas Diponegoro 2018.
6. Seseorang yang senantiasa mendoakan saya.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam terselesaikannya laporan ini,
yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul “DYNAMIC BRAKING MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE INJEKSI ARUS SEARAH DISERTAI TAMPILAN LCD” dalam rangka memenuhi tugas semester enam dan sebagai salah satu syarat kelulusan pada Jurusan DIII Teknik Elektro Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Dalam proses pembuatan Tugas Akhir ini penyusun banyak mengalami kesulitan dan hambatan baik yang bersifat teknis maupun non teknis. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua dan adik yang telah memberi doa dan dukungan kepada penyusun untuk selalu semangat dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si, Dekan Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
3. Bapak Arkhan Subari, ST, M.Kom, selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Yuniarto, ST, MT, selaku Dosen Pembimbing Laporan Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberikan ilmu yang sangat bermanfaat.
5. Pegawai PT PLN (Persero) ULP Grogol yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu serta pengalaman selama melaksanakan Kerja Praktik disana.

6. Semua pihak yang telah membantu penyusun dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata penyusun berharap semoga laporan ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun sendiri maupun bagi semua pihak khususnya Mahasiswa DIII Teknik Elektro Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.

Semarang, 16 Desember 2021

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
BERITA ACARA.....	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK.....	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Tugas Akhir	2
1.4 Manfaat Tugas Akhir	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir	4
BAB II.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	7
2.2.1 Motor Induksi	7
2.2.2 Motor Induksi 3 Fasa.....	8
2.2.3 Gaya Lorentz.....	11
2.2.4 Fluks Magnetik	11
2.2.5 Hukum Faraday	12
2.2.6 Hukum Lenz	13
2.2.7 Induksi Elektromagnetik	13

2.2.8	Pengereman Motor Induksi 3 Fasa	14
2.2.9	Pengereman Dinamik Motor Induksi 3 Fasa	15
2.3	Komponen Utama	15
2.3.1	Kontaktor	15
2.3.2	Time Delay Relay	16
2.3.3	Relay 220V	17
2.3.4	Catu Daya.....	18
2.3.5	Arduino Uno	19
2.3.6	Sensor Arus ACS712	20
2.3.7	Sensor Tegangan DC.....	22
2.3.8	LCD 20x4.....	23
BAB III		24
3.1	Blok Diagram	24
3.2	Cara Kerja Tiap Blok	25
3.2.1	Rangkaian Daya Motor Induksi 3 Fasa	25
3.2.2	Rangkaian Kontrol	26
3.2.3	Rangkaian Catu Daya Arduino	27
3.2.4	Rangkaian Catu Daya Injeksi Arus Searah.....	30
3.2.5	Arduino UNO	31
3.2.6	Modul Sensor Tegangan DC.....	33
3.2.7	Sensor Arus ACS712	33
3.2.8	Rangkaian Keseluruhan	35
3.3	Cara Kerja Sistem	36
BAB IV		39
4.1	Pembuatan Perangkat Keras	39
4.1.1	Desain Alat Simulasi	39
4.1.2	Alat dan Bahan Pembuatan Alat Simulasi	40
4.2	Pembuatan Rangkaian Elektronika	42
4.2.1	Rangkaian Daya Motor Induksi 3 Fasa	42
4.2.2	Rangkaian Kontrol Motor Induksi 3 Fasa	43
4.2.3	Rangkaian Catu Daya untuk Arduino	43
4.2.4	Rangkaian Catu Daya untuk Sensor dan LCD	44

4.2.5	Rangkaian Catu Daya untuk Injeksi Arus Searah	45
4.3	Pembuatan Perangkat Lunak	46
BAB V		51
5.1	Peralatan Pengujian dan Pengukuran.....	51
5.2	Prosedur Pengukuran dan Percobaan.....	52
5.3	Pengukuran Rangkaian	52
5.3.1	Rangkaian Catu Daya 12V untuk Arduino Uno.....	53
5.3.2	Rangkaian Catu Daya 5V untuk Sensor dan LCD	54
5.3.3	Rangkaian Catu Daya untuk injeksi arus searah	55
5.3.4	Pengujian Komponen	56
5.3.5	Pengujian Keseluruhan.....	58
BAB VI		63
PENUTUP		63
6.1	Kesimpulan.....	63
6.2	Saran	63
DAFTAR PUSTAKA		65
LAMPIRAN		66

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Pin ACS712.....	21
Tabel 3. 1 Pin ACS712.....	34
Tabel 4. 1 Daftar Alat Pembuatan Rangkaian	40
Tabel 4. 2 Daftar Bahan Pembuatan Rangkaian	41
Tabel 4. 3 Daftar Komponen Rangkaian Daya Motor Induksi 3 Fasa	42
Tabel 4. 4 Daftar Komponen Rangkaian Kontrol Motor Induksi 3 Fasa.....	43
Tabel 4. 5 Daftar Komponen Rangkaian Catu Daya 12V	44
Tabel 4. 6 Daftar Komponen Rangkaian Catu Daya 5V	45
Tabel 4. 7 Daftar Komponen Rangkaian Catu Daya Injeksi Arus Searah	46
Tabel 4. 8 Daftar Komponen	46
Tabel 5. 1 Peralatan Pengujian dan Pengukuran	51
Tabel 5. 2 Hasil Pengukuran Catu Daya 12V	53
Tabel 5. 3 Hasil Pengukuran Catu Daya 5V	54
Tabel 5. 4 Hasil Pengukuran Catu Daya Injeksi Arus Searah	55
Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Komponen.....	56
Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Pengereman Tegangan 5V DC	58
Tabel 5. 7 Hasil Pengujian Pengereman Tegangan 9V DC	59
Tabel 5. 8 Hasil Pengujian Pengereman Tegangan 12V DC	60

Tabel 5. 9 Hasil Pengujian Pengereman Tegangan 15V DC	60
Tabel 5. 10 Perbandingan Pengereman dan Tanpa Pengereman	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Konstruksi motor induksi 3 fasa	9
Gambar 2. 2 Proses medan putar	10
Gambar 2. 3 Fluks magnet	12
Gambar 2. 4 Hukum Lenz	13
Gambar 2. 5 Rangkaian kontaktor	16
Gambar 2. 6 Time Delay Relay	17
Gambar 2. 7 Relay 220 V	18
Gambar 2. 8 Power Supply	19
Gambar 2. 9 Arduino Uno.....	20
Gambar 2. 10 Konfigurasi Pin ACS712.....	20
Gambar 2. 11 Sensor Arus ACS712.....	22
Gambar 2. 12 Sensor Tegangan DC	23
Gambar 2. 13 LCD	23
Gambar 3. 1 Blok Diagram Alat.....	24
Gambar 3. 2 Rangkaian Daya Motor Induksi 3 Fasa	26
Gambar 3. 3 Rangkaian Kontrol	27
Gambar 3. 4 Rangkaian Power Supply 12V DC	29
Gambar 3. 5 Rangkaian Catu Daya Injeksi Arus Searah	31
Gambar 3. 6 Pin Arduino Uno	32
Gambar 3. 7 Rangkaian Sensor Tegangan	33

Gambar 3. 8 Pin Sensor Arus.....	34
Gambar 3. 9 Rangkaian Keseluruhan	35
Gambar 3. 10 Flowchat Alat	36
Gambar 4. 1 Desain Alat	39
Gambar 4. 2 Arduino IDE	47
Gambar 4. 3 Pilih Board Arduino	48
Gambar 4. 4 Compile Arduino.....	50
Gambar 5. 1 Rangkaian Catu Daya 12V	53
Gambar 5. 2 Rangkaian Catu Daya 5V	54
Gambar 5. 3 Rangkaian Catu Daya Injeksi Arus Searah	55

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Skematik Keseluruhan Alat	66
Lampiran 2 Datasheet Arduino UNO R3 Atmega328	67
Lampiran 3 Datasheet Relay 220V	75
Lampiran 4 Datasheet ACS712	83

ABSTRAK

Motor induksi tiga fasa memiliki banyak keuntungan diantaranya memiliki konstruksi yang sederhana, harga relatif murah, dan mudah dalam pemeliharaan. Oleh karena hal tersebut motor induksi banyak digunakan dalam dunia industri. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam motor induksi adalah proses pengereman. Hal ini dilakukan untuk menghentikan putaran motor guna membantu proses produksi maupun mengantisipasi bila terjadi kecelakaan kerja. Dalam melakukan pengereman terdapat dua macam cara yaitu secara mekanis dan secara elektrik. Pengereman secara mekanik yaitu pengereman dengan menggunakan rem fisik untuk menghentikan putaran rotor yang memiliki kekurangan adanya kerugian mekanis akibat gesekan yang terjadi saat pengereman. Namun bila menggunakan pengereman secara elektrik metoda injeksi arus searah tidak akan menimbulkan kerugian mekanis.

Berdasarkan situasi tersebut, maka dibuatlah alat pengereman dinamik menggunakan metode injeksi arus searah, yakni dengan membuat medan magnet stasioner untuk menghentikan putaran rotor. Keadaan tersebut dilakukan dengan menginjeksikan arus searah pada kumparan stator motor induksi tiga fasa setelah hubungan kumparan stator dilepaskan dari sumber tegangan suplai. Berdasarkan hasil pengujian, dapat diketahui bahwa pengereman dinamik dengan injeksi arus sebesar 2,59A mempunyai waktu pengereman paling cepat yaitu 1,89 detik. Dan dapat disimpulkan bahwa semakin besar arus searah yang diinjeksikan pada kumparan stator maka akan semakin cepat putaran rotor berhenti.

Kata Kunci : Injeksi Arus Searah, Motor Induksi Tiga Fasa, Pengereman Dinamik

ABSTRACT

Three-phase induction motors have many advantages including having a simple construction, relatively cheap price, and easy to maintain. Because of this, induction motors are widely used in industry. One of the things that need to be considered in an induction motor is the braking process. This is done to stop the rotation of the motor in order to assist the production process and anticipate in the event of a work accident. In braking there are two kinds of ways, namely mechanically and electrically. Mechanical braking is braking using physical brakes to stop the rotation of the rotor which has a lack of mechanical losses due to friction that occurs during braking. However, when using electric braking direct current injection method will not cause mechanical losses.

Based on this situation, a dynamic braking device was made using the direct current injection method, namely by creating a stationary magnetic field to stop the rotation of the rotor. This situation is done by injecting direct current into the stator coil of a three-phase induction motor after the stator coil connection is removed from the supply voltage source. Based on the test results, it can be seen that dynamic braking with a current injection of 2.59A has the fastest braking time of 1.89 seconds. And it can be concluded that the greater the direct current injected into the stator coil, the faster the rotation of the rotor will stop.

Keywords : Direct Current Injection, Three-phase induction motors, Dynamic Braking

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di era modern ini, kemajuan teknologi berkembang sangat pesat. Kebutuhan teknologi pada alat produksi sangat mempengaruhi kecepatan dan kualitas produksi dalam suatu industri. Dan dibutuhkan teknologi yang aman dan andal untuk meningkatkan produktifitas.

Pada sebagian besar industri, motor listrik banyak digunakan untuk mempermudah proses produksi. Penggunaan motor listrik dipilih karena mudah dioperasikan dan tidak menimbulkan polusi suara dibandingkan dengan motor disel. Motor listrik banyak digunakan sebagai penggerak beban ataupun penggerak pengangkat beban. Pada tiap alat tentunya memiliki karakteristik putaran yang berbeda-beda sesuai kebutuhan.

Berdasarkan beberapa pertimbangan, motor induksi tiga fasa banyak dipilih dalam industri, karena memiliki beberapa keuntungan antara lain motor ini cukup sederhana, murah, mudah dalam pemeliharaan serta konstruksinya yang kokoh. Pada penggunaan motor induksi dibutuhkan sistem kontrol yang baik guna memenuhi *starting* motor listrik sesuai yang diharapkan dan proses penghentian putaran motor yang cepat dan lembut,

Sebuah motor akan berhenti berputar setelah *supply* daya diputus. Waktu yang dibutuhkan untuk motor benar-benar berhenti dipengaruhi oleh karakteristik dan beban motor. Untuk itu perlu adanya pengereman untuk mempercepat proses

penghentian motor. Dengan menggunakan metode injeksi arus searah, proses pengereman akan lebih cepat dan lembut sehingga dapat meningkatkan keefektifan dan kenyamanan.

Mengacu pada permasalahan tersebut maka penyusun merancang dan membuat Tugas Akhir dengan judul **“DYNAMIC BRAKING MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE INJEKSI ARUS SEARAH DISERTAI TAMPILAN LCD”**.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasar Latar Belakang di atas permasalahan yang penulis kemukakan pada Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana cara kerja pengereman motor induksi tiga fasa dengan injeksi arus searah ?
2. Bagaimana merancang alat pengereman motor induksi tiga fasa dengan injeksi arus searah ?

1.3 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan tugas akhir ini adalah :

1. Memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Ahli Madya di Program Studi Teknik Elektro Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
2. Menjalankan simulasi alat pengereman motor induksi tiga fasa dengan injeksi arus searah.

1.4 Manfaat Tugas Akhir

Manfaat dari pembuatan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi Penulis :
 - a. Dapat menerapkan ilmu dan teori yang telah diperoleh selama perkuliahan.
 - b. Dapat memahami cara kerja pengereman motor induksi tiga fasa dengan injeksi arus searah.
2. Bagi Pembaca :
 - a. Dapat menjadi referensi bacaan dan informasi khususnya bagi mahasiswa Teknik Elektro yang sedang menyusun Tugas Akhir dengan pokok permasalahan yang sama.

1.5 Batasan Masalah

Dalam penulisan Tugas Akhir ini pembahasan masalah dibatasi pada hal-hal berikut :

1. Arduino UNO R3 Atmega 328 sebagai mikrokontroler
2. Power Supply sebagai sumber injeksi arus searah
3. Sensor arus ACS712 sebagai pembaca arus
4. Sensor tegangan DC sebagai pembaca tegangan
5. Motor induksi tiga fasa yang digunakan mempunyai daya 2 HP, 380V, dan arus nominal 3,5 Ampere.

1.6 Sistematika Penulisan Tugas Akhir

Dalam penulisan tugas akhir ini, penulis menggunakan sistematika penulisan sebagai berikut :

HALAMAN JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

BERITA ACARA UJIAN TUGAS AKHIR

HALAMAN PERSEMBAHAN

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR LAMPIRAN

ABSTRAK

BAB I PENDAHULUAN

Dalam bab ini akan dibahas mengenai hal-hal yang melatarbelakangi pembuatan Tugas Akhir, Perumusan Masalah, Tujuan Tugas Akhir, Pembatasan Masalah, Manfaat Tugas Akhir, dan Sistematika Penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Dalam bab ini akan dibahas mengenai dasar teori dari masing-masing bagian yang menjadi panduan atau dasar dari pembuatan Tugas Akhir.

BAB III CARA KERJA ALAT

Dalam bab ini akan dibahas mengenai blok diagram alat, proses perancangan dan cara kerja rangkaian.

BAB IV PEMBUATAN ALAT

Dalam bab ini akan dibahas mengenai sistem pembuatan alat, bahan dan alat apa saja yang digunakan, rangkaian keseluruhan alat sesuai riil-nya.

BAB V PENGUKURAN DAN PERCOBAAN ALAT

Dalam bab ini berisi data apa saja yang akan diukur dan diuji pada rangkaian.

BAB VI PENUTUP

Dalam bab ini berisi kesimpulan yang didapatkan dari pengukuran dan percobaan keseluruhan sistem serta saran yang dapat menyempurnakan.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Dalam pembuatan tugas akhir ini penulis menggunakan beberapa referensi mengenai pengereman motor induksi. Beberapa referensi memiliki keterkaitan dengan perancangan yang penulis lakukan, walaupun terdapat kemiripan dan kesamaan dalam perihal tujuan, maksud dan pengaplikasiannya. Berikut beberapa referensi berupa jurnal atau karya tulis lain yang berkaitan dengan Tugas Akhir penulis :

1. Jurnal dengan judul “PENGGEREMAN DINAMIS KONVESIONAL PADA MOTOR INDUKSI TIGA FASA^[1]”. Referensi tersebut menjelaskan tentang alat pengereman dinamik motor induksi 3 fasa menggunakan empat metode pengereman, yaitu metode DC Inject, Zero Sequence Breaking, pengereman Magnetis dan pengereman capacitor self-excitation.
2. Jurnal dengan judul “PENGGEREMAN DINAMIK PADA MOTOR INDUKSI TIGA FASA^[2]”. Referensi tersebut menjelaskan tentang alat pengereman dinamik motor induksi 3 fasa menggunakan enam konfigurasi hubungan belitan stator dengan karakteristik yang berbeda beda.
3. Jurnal dengan judul “SENSOR ARUS DAN SENSOR TEGANGAN UNTUK MONITORING ENERGI LISTRIK^[3]”. Sebagai referensi penggunaan sensor arus dan tegangan untuk motoring arus dan tegangan motor induksi.

Dari hasil referensi yang ditemukan, penulis akan membuat suatu alat pengereman dinamik motor induksi tiga fasa menggunakan metode injeksi arus searah dengan hubungan stator segitiga dengan tampilan arus dan tegangan injeksi pada lcd. Alat ini menggunakan metode injeksi arus searah karena dari referensi yang penulis dapat, metode ini merupakan metode yang membutuhkan waktu paling singkat untuk pengereman. Dan dengan menggunakan hubungan stator segitiga juga memiliki karakteristik terbaik diantara hubungan stator lainnya. Dalam alat ini ditampilkan besar tegangan dan arus searah yang diinjeksikan ke stator motor induksi. Sehingga didapatkan alat yang lebih efisien dan lebih menarik dari penelitian yang sudah ada.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Motor Induksi

Motor induksi merupakan motor listrik arus bolak balik (AC) yang paling banyak digunakan. Penamannya berasal dari kenyataan bahwa motor ini bekerja berdasar induksi medan magnet stator ke rotornya, dimana arus rotor motor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, tetapi merupakan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (rotating magnetic field) yang dihasilkan oleh arus stator (Zuhal, 1988: 101)^[4].

Penggunaan motor induksi cukup banyak digunakan khususnya dalam dunia industri, hal ini karena motor induksi mempunyai banyak keuntungan antara lain sebagai berikut :

1. Bentuknya sederhana, konstruksinya cukup kuat
2. Biayanya murah dan dapat diandalkan
3. Efisiensi tinggi pada keadaan normal, tidak memerlukan sikat, sehingga rugi-rugi gesekan dapat dikurangi
4. Perawatan yang minimum
5. Pada waktu mulai beroperasi tidak memerlukan tambahan peralatan khusus

Namun, disamping hal tersebut diatas, perlu juga diperhatikan faktor-faktor yang tidak menguntungkan, diantaranya sebagai berikut :

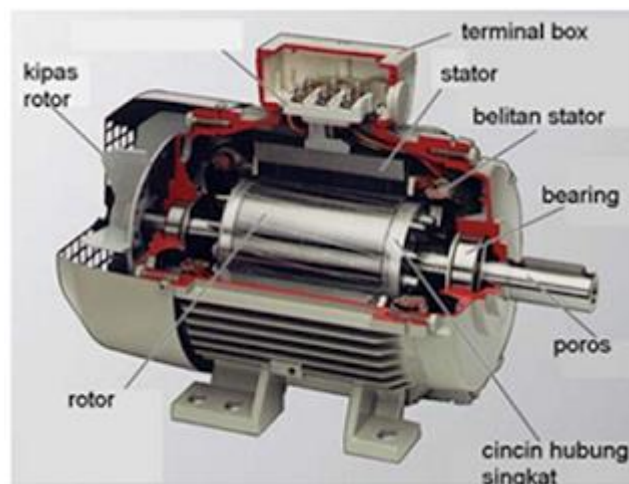
1. Pengaturan kecepatan sangat mempengaruhi efisiensinya
2. Kecepatannya akan berkurang jika bebannya bertambah
3. Arus start besar (Bisa mencapai 7x arus nominal)
4. Torsi start kecil

2.2.2 Motor Induksi 3 Fasa

a) Konstruksi

Motor induksi 3 fasa memiliki 2 komponen dasar yaitu stator dan rotor. Rotor merupakan bagian yang berputar bebas dan letaknya di bagian dalam. Rotor terdiri dari inti besi yang berlaminasi yang mempunyai slot dengan batang alumunium / tembaga yang dihubungkan pada ujungnya. Sedangkan stator merupakan bagian yang tidak berputar dan terletak di bagian luar. Stator terbuat dari besi bundar berlaminasi yang mempunyai alur tempat kumparan, dimana tiap kumparan stator memiliki beberapa kutub. Jumlah kutub ini menentukan kecepatan motor tersebut. Semakin banyak kutub, kecepatan putar semakin rendah.

Bagian rotor dipisahkan dengan bagian stator oleh celah udara yang sempit (air gap) dengan jarak antara 0,4 mm sampai 4 mm. Tipe dari motor induksi 3 fasa berdasarkan lilitan pada rotor dibagi menjadi 2 macam yaitu rotor belitan (wound rotor) adalah tipe motor induksi yang memiliki rotor terbuat dari lilitan yang sama dengan lilitan statornya dan rotor sangkar tupai (Squirrel-cage rotor) yaitu tipe motor induksi dimana konstruksi rotor tersusun oleh beberapa batang logam yang dimasukkan melewati slot slot yang ada pada motor induksi, kemudian setiap bagian disatukan oleh cincin sehingga membuat batangan logam terhubung singkat dengan batangan logam yang lain.

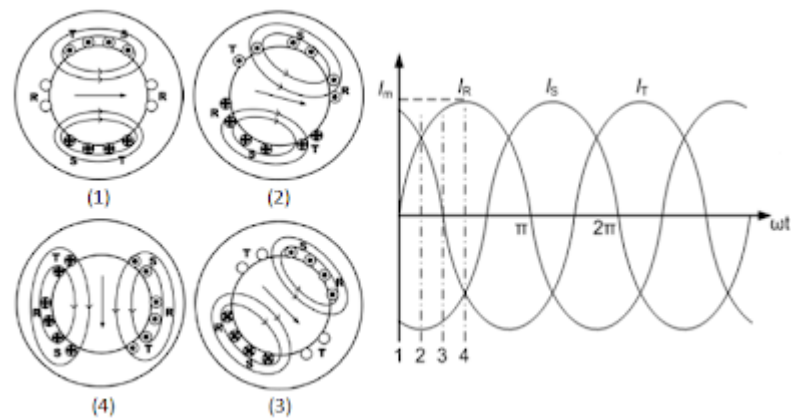


Gambar 2. 1 Konstruksi motor induksi 3 fasa

b) Prinsip Kerja

Motor induksi bekerja berdasar induksi elektromagnetik, yakni apabila terdapat penghantar yang dililit oleh kumparan dan kumparan tersebut diberi arus listrik maka akan menimbulkan medan magnet.

Apabila sumber tegangan 3 fasa dipasang pada kumparan stator, akan timbul medan putar. Medan putar dapat terjadi dengan proses sebagai berikut



Gambar 2. 2 Proses medan putar

Kecepatan medan putar dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$Ns = 120 \frac{f}{P}$$

dimana :

Ns = Kecepatan putar

f = Frekuensi sumber

P = Kutub motor

Medan putar stator tersebut akan memotong bagian konduktor pada rotor. Akibatnya pada batang konduktor dari rotor akan timbul GGL induksi. Karena batang konduktor merupakan rangkaian yang tertutup maka GGL akan menghasilkan arus (I). Adanya arus di dalam medan magnet akan menimbulkan gaya (F) pada rotor. Bila kopel mula yang dihasilkan oleh gaya pada rotor cukup besar untuk memikul kopel beban, rotor akan berputar searah dengan medan putar stator. GGL induksi timbul karena terpotongnya batang konduktor (rotor) oleh medan putar stator. Artinya agar GGL induksi tersebut timbul, diperlukan adanya perbedaan relatif kecepatan medan putar stator (n_s) dengan kecepatan berputar rotor (n_r).

Perbedaan kecepatan antara n_r dan n_s disebut slip (s), dinyatakan dengan

$$s = \frac{(n_s - n_r)}{n_s}$$

Bila $n_s = n_r$, GGL induksi tidak akan timbul dan arus tidak mengalir pada batang konduktor (rotor), dengan demikian tidak dihasilkan kopel. Dilihat dari cara kerjanya, motor induksi disebut juga motor tak serempak atau asinkron.

2.2.3 Gaya Lorentz

Gaya Lorentz adalah gaya yang timbul akibat adanya arus listrik dalam suatu medan magnet. Jadi, jika kita memiliki suatu benda konduktor yang berada di dalam medan magnet, kemudian kita aliri benda tersebut dengan arus listrik, maka akan timbul suatu gaya yang mampu menggerakkan benda tersebut. Dirumuskan dengan persamaan :

$$F = B \cdot i \cdot l \cdot \sin \phi$$

Dimana :

F = Gaya lorentz (N)

i = Kuat arus listrik (A)

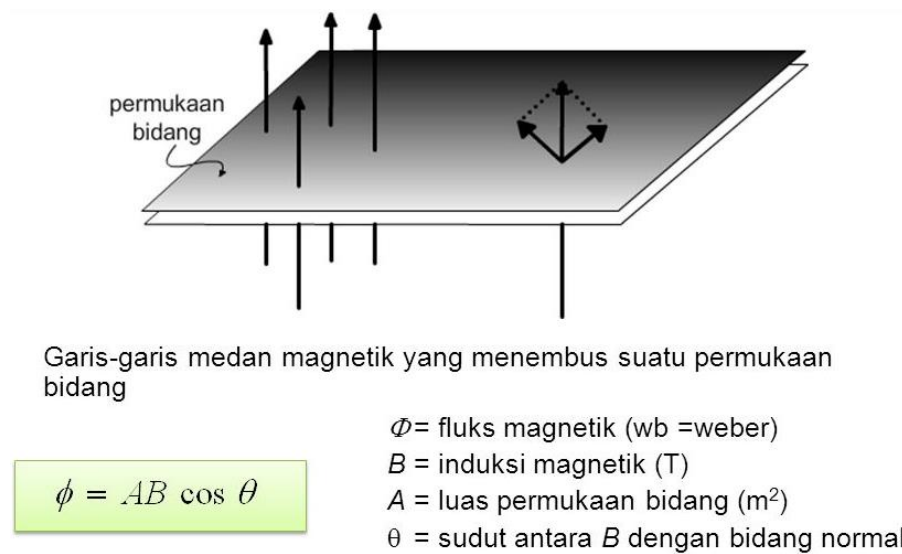
l = Panjang kawat (m)

B = Kuat medan magnet (Wb)

ϕ = Sudut antara arah arus dengan arah medan magnet

2.2.4 Fluks Magnetik

Fluks magnetik merupakan banyaknya garis – garis gaya magnet yang menembus secara tegak lurus pada suatu lintasan. Besar fluks magnetik dapat dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut :



Gambar 2. 3 Fluks magnet

2.2.5 Hukum Faraday

Dengan menggerakkan magnet keluar masuk kumparan maka akan timbul suatu arus listrik yang disebut dengan gaya gerak listrik (ggl) induksi. Besarnya ggl induksi yang timbul dalam suatu rangkaian sama dengan laju perubahan fluks magnet yang terjadi pada rangkaian tersebut. Dapat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$\varepsilon = -N \frac{d\Phi B}{dt}$$

Dimana :

ε = GGL induksi (Volt)

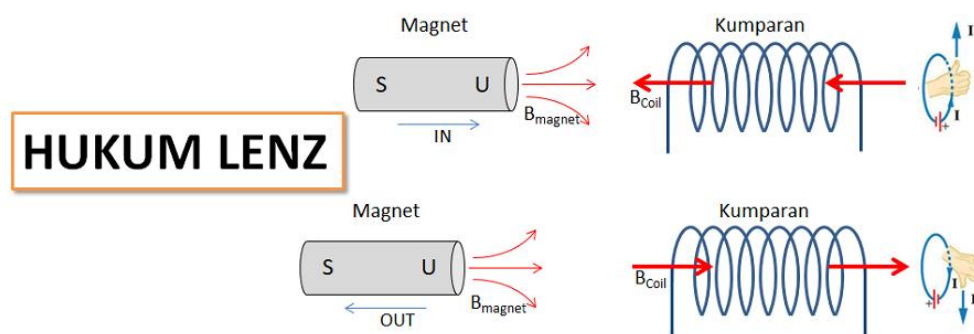
N = Jumlah lilitan

$d\Phi B$ = Perubahan fluks magnet (Wb)

dt = Selang waktu (s)

2.2.6 Hukum Lenz

Arus induksi yang timbul dalam kumparan menghasilkan medan magnet yang berlawanan arah dengan medan magnet yang menghasilkan arus induksi tersebut.



Gambar 2. 4 Hukum Lenz

2.2.7 Induksi Elektromagnetik

Induksi elektromagnetik merupakan fenomena munculnya arus listrik akibat perubahan fluks magnetik. Prinsip kerja induksi elektromagnetik dimulai dari arus listrik yang memiliki medan magnet. Inilah yang dimaksud dengan solenoida. Dengan menghubungkan suatu medan magnet dengan jenis magnet yang lain maka tegangan atau potensial arus listriknya dapat berubah. Menggerakkan magnet ke dalam dan ke luar gulungan akan menimbulkan hambatan. Hambatan akan menghasilkan aliran arus. Dengan mempercepat gerakan magnet maka arus induksi akan meningkat atau dapat memperkuat medan magnet.

Dengan cara menggerakkan magnet maka arus akan mengalir sehingga magnet dapat digunakan untuk mengubah energi kinetik menjadi energi listrik.

2.2.8 Pengereman Motor Induksi 3 Fasa

Motor induksi akan berhenti berputar ketika hubungan suplai dari sumber AC 3 fasa dengan motor diputus. Waktu yang dibutuhkan dari motor tersebut untuk benar benar berhenti bergantung pada beban dan friksi dari motor itu sendiri, dan untuk mengatur putaran penghentian motor maka diperlukan sebuah metode pengereman.

Pengereman secara elektrik, torsi pengereman dihasilkan berdasarkan nilai arus injeksi yang diberikan pada kumparan stator. Pengereman elektrik dilakukan dengan memberikan suatu medan magnet stasioner pada stator sehingga putaran rotor akan berkurang dengan sendirinya, pengereman secara elektrik lebih smooth dan tidak ada hentakan yang terjadi.

Menghentikan motor dilakukan dengan cara menghilangkan tegangan sumber sehingga diperoleh kecepatan putaran sama dengan nol. Terdapat beberapa metode pengereman, yaitu :

1. Metode pengereman mekanik, yaitu energi kinetik dari bagian yang berputar di buang pada bagian yang bergesekan sebagai panas dengan menggunakan sepatu rem yang terdapat pada motor
2. Metode pengereman pluggin, yaitu dengan membalikkan arah gerak dari rotasi motor, sehingga motor dapat menghasilkan daya torsi penyeimbang dan selanjutnya membentuk daya perlambat
3. Metode pengereman dinamik, yaitu dengan menginjeksikan arus searah pada kumparan stator motor, sehingga akan membangkitkan medan stasioner untuk menurunkan tegangan pada rotor

4. Metode pengereman regeneratif, yaitu sebuah sistem pengereman dimana motor induksi digerakkan oleh beban di atas kecepatan sinkron.

2.2.9 Pengereman Dinamik Motor Induksi 3 Fasa

Pengereman dinamik dilakukan dengan menginjeksikan arus searah pada kumparan stator. Tegangan pada stator diubah dari sumber tegangan AC menjadi tegangan DC dalam waktu yang singkat. Torsi yang dihasilkan dari pengereman tergantung pada besar arus searah yang diinjeksikan pada belitan stator. Arus searah yang diinjeksikan pada kumparan stator akan mengembangkan medan stasioner untuk menurunkan tegangan pada rotor. Oleh karena kumparan rotor terhubung singkat, arus yang mengalir menghasilkan medan magnet. Medan magnet akan berputar dengan kecepatan yang sama dengan rotor tetapi dengan arah yang berlawanan untuk menjadikan stasioner terhadap stator.

Interaksi medan resultan dan gerak gaya magnet rotor akan mengembangkan torsi yang berlawanan dengan torsi motor sehingga pengereman terjadi. Torsi pengereman yang dihasilkan tergantung pada besarnya arus searah yang diinjeksikan pada belitan stator, karena torsi pengereman sebanding dengan arus injeksi. Sedangkan nilai tahanan berpengaruh pada nilai kecepatan torsi saat pengereman terjadi. Semakin kecil nilai tahanan, semakin cepat torsi pengereman terjadi.

2.3 Komponen Utama

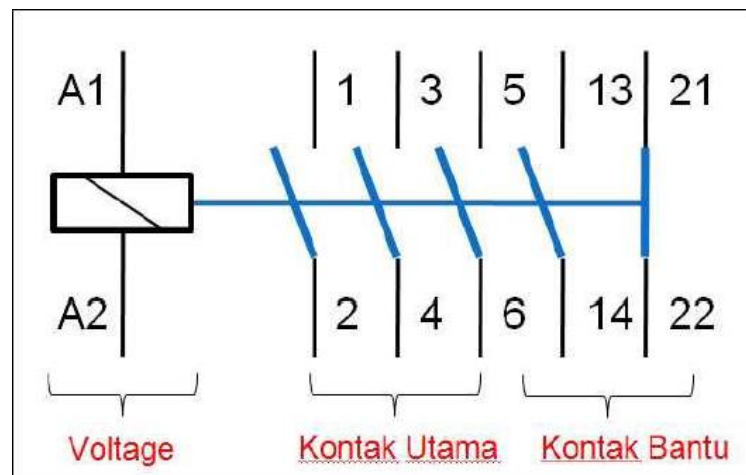
2.3.1 Kontaktor

Kontaktor adalah sebuah komponen yang berfungsi sebagai penghubung/kontak dengan kapasitas yang besar dengan menggunakan daya

minimal. Dapat dibayangkan kontaktor adalah relay dengan kapasitas yang besar. Umumnya kontaktor terdiri dari 3 pole kontak utama dan kontak bantu. Untuk menghubungkan kontak utama hanya dengan cara memberikan tegangan pada koil kontaktor sesuai spesifikasinya. Komponen utama sebuah kontaktor adalah koil dan kontak utama.

Koil dipergunakan untuk menghasilkan medan magnet yang akan menarik kontak utama sehingga terhubung pada masing masing pole. Dalam penggunaannya kontaktor dengan struktur lebih simple / kompak, ukuran kecil dan ringan, secara luas diaplikasikan dalam rangkaian pengendalian, terutama mengendalikan motor atau perangkat listrik lainnya. Untuk aplikasi yang lebih, kontaktor mempunyai beberapa accessories. Dan yang paling banyak dipergunakan adalah kontak bantu.

Pada alat ini, kontaktor utama digunakan pada rangkaian motor induksi, dan kontaktor bantu digunakan pada rangkaian kontrol



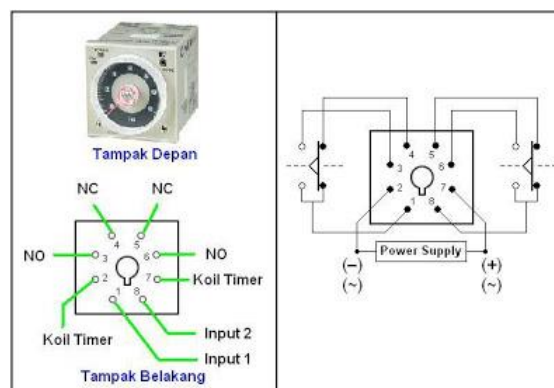
Gambar 2. 5 Rangkaian kontaktor

2.3.2 Time Delay Relay

Time Delay Relay (TDR) adalah salah satu komponen yang digunakan pada instalasi tenaga listrik pada aplikasi yang menggunakan penundaan. Bagian utama

TDR adalah kontak-kontak relay baik NO (normally open) dan NC (normally close) yang akan bekerja berdasarkan seting waktu tertentu.

Pada instalasi motor atau tenaga listrik penggunaan TDR dikombinasikan dengan komponen instalasi tenaga lain untuk fungsi penundaan misalnya pada instalasi traffic light, pengendali motor hubungan star-delta otomatis, motor berurutan dan sebagainya.



Gambar 2. 6 Time Delay Relay

2.3.3 Relay 220V

Relay adalah Saklar (Switch) yang dioperasikan secara listrik dan merupakan komponen Electromechanical yang terdiri dari 2 bagian utama yakni Elektromagnet (Coil) dan Mekanikal (seperangkat Kontak Saklar/Switch). Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (low power) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi.

Relay dapat digunakan sebagai switch untuk menjalankan berbagai peralatan elektronik. Misalnya Lampu listrik, Motor listrik, dan berbagai peralatan elektronik lainnya. Kendali ON / OFF switch (relay), sepenuhnya ditentukan oleh

nilai output Mikrokontroler yang menghasilkan perintah kepada driver relay untuk menggerakkan relay dan melakukan fungsi ON / OFF.



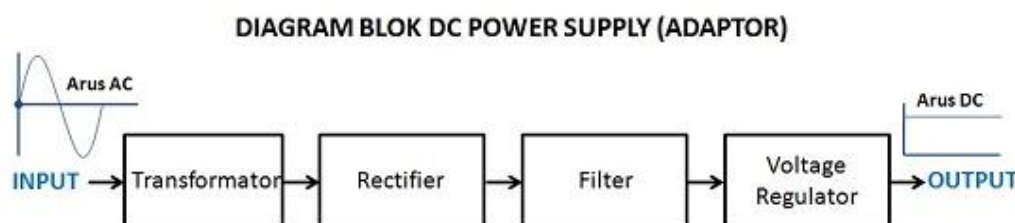
Gambar 2. 7 Relay 220 V

2.3.4 Catu Daya

Power Supply atau Catu Daya adalah suatu alat listrik yang berfungsi sebagai penyuplai tegangan ke perangkat elektronik yang membutuhkan. Power supply akan mengubah tegangan AC menjadi tegangan DC agar dapat digunakan ke perangkat elektronik yang membutuhkan arus DC. Trafo step down akan menurunkan tegangan 220 VAC ke tegangan yang lebih rendah sesuai yang diinginkan. Didalam power supply terdapat rectifier yang terdiri 4 dioda yang dirangkai dengan sistem jembatan (bridge) diode berfungsi sebagai penyearah gelombang penuh sehingga menghasilkan tegangan DC. Tegangan output dari trafo tersebut akan melewati rangkain rectifier agar dapat diubah ke tegangan DC. Kemudian arus listrik akan meleawati kapasitor jenis elko yang berfungsi sebagai filter gelombang sinyal arus AC yang masih ada pada output diode agar sinyal arus DC yng dihasilkan benar-benar rata. Setelah itu, arus listrik akan melewati IC 78xx

yang berfungsi sebagai voltage regulator. IC voltage regulator merupakan regulator tegangan positif yang berarti tegangan output yang dihasilkan berupa tegangan positif. IC ini berfungsi sebagai penstabil tegangan agar tegangan output akan lebih stabil sehingga peralatan elektronik akan menerima tegangan sesuai yang diinginkan.

Pada alat ini, catu daya digunakan sebagai sumber daya untuk arduino sebesar 12 VDC, untuk sensor arus dan sensor tegangan sebesar 5 VDC, dan untuk injeksi arus searah.

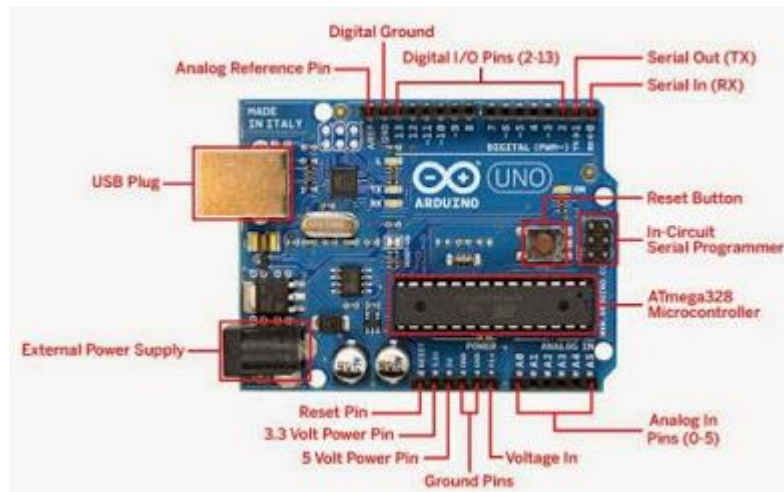


Gambar 2. 8 Power Supply

2.3.5 Arduino Uno

Arduino UNO R3 Atmega 328 adalah sebuah board mikrokontroller berbasis ATmega328. Arduino UNO memiliki total 20 pin, dengan rincian 14 pin digital input/output (6 pin yang berlabel “~” dapat digunakan sebagai output PWM), 6 pin input analog, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah osilator Kristal frekuensi 16 MHz, sebuah ICSP header, dan tombol reset. Arduino Uno memuat semua yang dibutuhkan untuk mendukung sebuah mikrokontroller. Dengan menghubungkan ke sebuah komputer menggunakan kabel USB atau memberikan tegangan DC dari baterai atau adaptor AC ke DC sudah dapat membuat Arduino UNO bekerja.

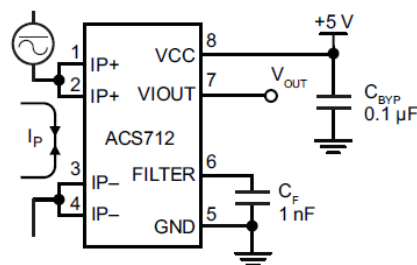
Pada rangkaian ini Arduino Uno R3 Atmega 328 digunakan sebagai pengolah data untuk menampilkan nilai arus dan tegangan pada LCD dari input sensor arus dan sensor tegangan.



Gambar 2. 9 Arduino Uno

2.3.6 Sensor Arus ACS712

Sensor Arus ACS-712 merupakan seri sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan atau Hall Effect. Hall Effect adalah peristiwa membeloknya arus listrik pada medan magnet karena adanya pengaruh dari medan magnet. Konfigurasi pin ACS712 diperlihatkan pada Gambar 2.7 berikut



Gambar 2. 10 Konfigurasi Pin ACS712

Tabel 2. 1 Pin ACS712

Pin Sensor	Fungsi
IP +	Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekering di dalamnya
IP -	Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekering di dalamnya
GND	Terminal sinyal ground
FILTER	Terminal untuk kapasitor eksternal sebagai penentu bandwidth
Vout	Output sinyal analog
Vcc	Terminal sebagai sumber tegangan sensor

Seperti amperemeter, sensor ACS712 dipasang secara seri dengan beban. ACS712 bisa digunakan untuk mengukur arus AC maupun arus DC. Sensor ini tersambung ke output PLN 220 VAC, rangkaian beban, dan ke input dari Arduino Nano. Sensor arus ACS 712 akan membaca besarnya arus pada rangkaian beban dan dikirim ke Arduino Nano untuk diproses.

Spesifikasi Sensor Arus ACS712 :

1. Masukan (input) menggunakan dua pasang terminal power hijau yang mampu menahan arus listrik yang besar, sehingga mudah dalam instalasi.
2. Keluaran (output) menggunakan tiga terminal power hitam.
3. Maksimal pengukuran: 20 A.
4. Sensitivitas keluaran: 66 mV/A (analog).
5. Tegangan keluaran proporsional terhadap arus masukan (input) AC ataupun DC.
6. Tegangan offset keluaran yang sangat stabil.

7. Hysteresis akibat medan magnet mendekati nol.
8. Rasio keluaran sesuai tegangan sumber.
9. Tegangan sumber: 4,5VDC – 5,5VDC.

Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena di dalamnya terdapat rangkaian offset rendah linier medan dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh IC medan terintegrasi dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada di dalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan transduser medan secara berdekatan.

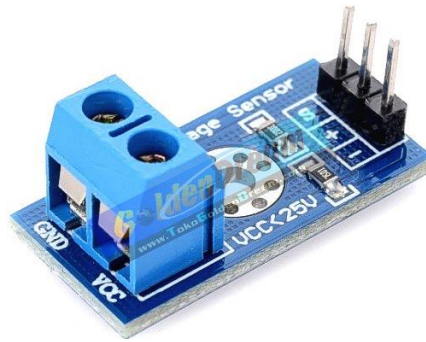


Gambar 2. 11 Sensor Arus ACS712

2.3.7 Sensor Tegangan DC

Pada dasarnya sensor adalah suatu yang dapat mendeteksi perubahan sesuatu (suhu, intensitas cahaya, level, tekanan, kelembaban, dll) menjadi sinyal listrik yang dapat diolah untuk keperluan pengendalian dan teknik kontrol. Sensor tegangan merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi tegangan arus searah (DC) ataupun arus bolak balik (AC).

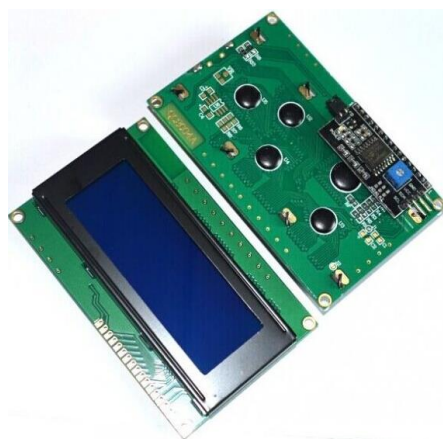
Pada alat ini menggunakan sensor tegangan DC 0-25 V. Dan dengan mengganti salah satu resistor dengan nilai tertentu, sensor ini dapat mendeteksi tegangan 0-25 VDC.



Gambar 2. 12 Sensor Tegangan DC

2.3.8 LCD 20x4

LCD (Liquid Crystal Display) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan di berbagai bidang, misalnya dalam alat-alat elektronik, seperti televisi, kalkulator ataupun layar komputer. Pada alat ini menggunakan LCD 20x4 yang artinya LCD tersebut terdiri dari 20 kolom dan 4 baris karakter (tulisan).



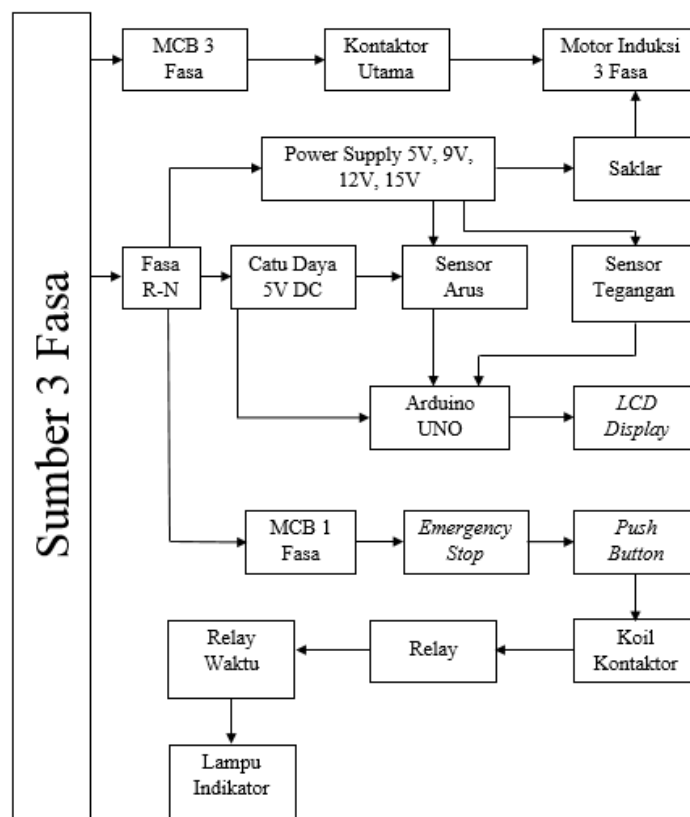
Gambar 2. 13 LCD

BAB III

CARA KERJA ALAT DYNAMIC BRAKING MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE INJEKSI ARUS SEARAH DISERTAI TAMPILAN LCD

3.1 Blok Diagram

Alat yang penulis buat pada Tugas Akhir ini berjudul “DYNAMIC BRAKING MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE INJEKSI ARUS SEARAH DISERTAI TAMPILAN LCD”. Pada Tugas Akhir ini penulis akan membahas prinsip kerja dari pengereman dinamik motor induksi 3 fasa metode injeksi arus searah. Berikut ini blok diagram dari keseluruhan alat :



Gambar 3. 1 Blok Diagram Alat

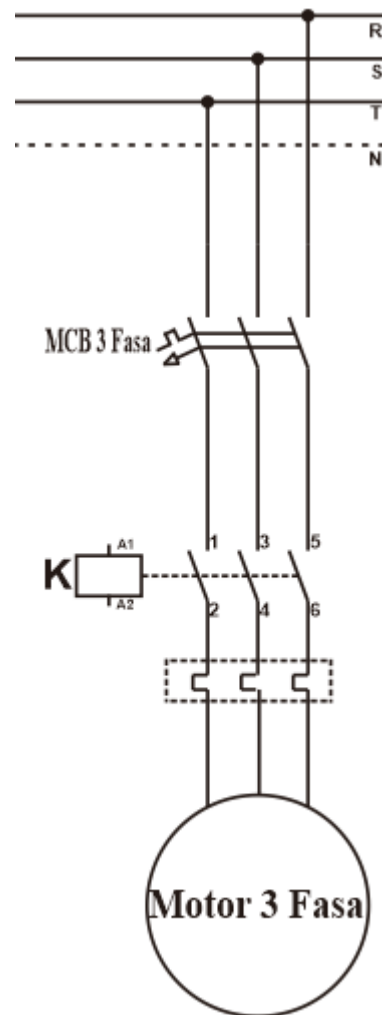
Penjelasan dari blok diagram pada Gambar 3.1 adalah sebagai berikut :

1. Sumber Tegangan PLN 380V merupakan sumber utama dalam rangkaian alat ini yang nantinya akan digunakan untuk menggerakkan motor induksi 3 fasa.
2. Dengan mengambil salah satu fasa dari sumber PLN 380V dengan netral didapatkan tegangan 220V sebagai sumber untuk menjalankan rangkaian kontrol pengereman dan rangkaian arduino.
3. Arduino UNO merupakan pusat pengatur sesor arus dan sensor tegangan dc sehingga nilainya dapat ditampilkan pada lcd.
4. Power supply digunakan sebagai injeksi arus untuk pengereman, digunakan beberapa nilai tegangan yaitu 5v, 9v, 12v, dan 15v.
5. Saklar digunakan untuk memindahkan output power supply sesuai keinginan.

3.2 Cara Kerja Tiap Blok

3.2.1 Rangkaian Daya Motor Induksi 3 Fasa

Rangkaian daya motor induksi 3 fasa digunakan untuk menjalankan motor induksi 3 fasa dengan pengaman. Rangkaian daya motor induksi 3 fasa terdiri dari MCB 3 Fasa, kontaktor magnetik dan motor induksi 3 fasa. MCB 3 Fasa digunakan sebagai pembatas arus ketika terjadi gangguan arus lebih, dan Kontaktor magnetik dihubungkan dengan rangkaian kontrol untuk menyalakan atau mematikan motor induksi 3 fasa.

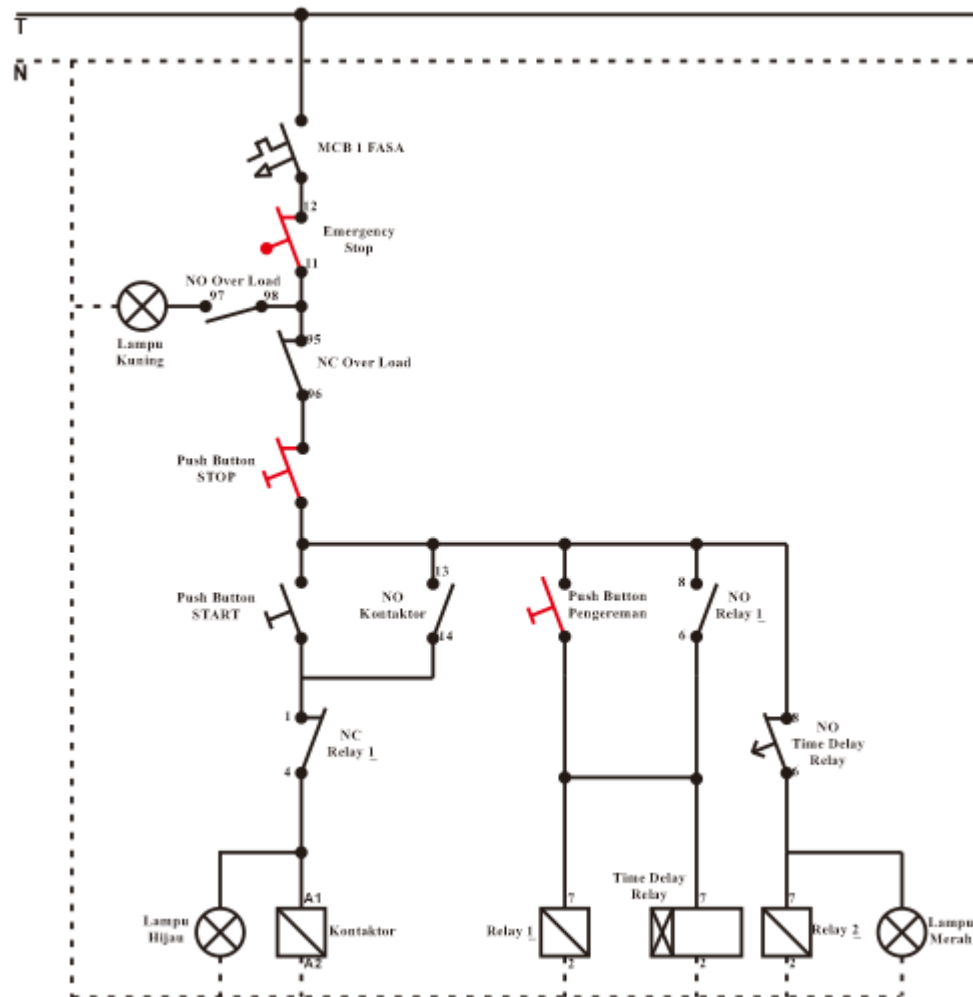


Gambar 3. 2 Rangkaian Daya Motor Induksi 3 Fasa

3.2.2 Rangkaian Kontrol

Rangkaian kontrol pada alat ini dibagi menjadi 2 bagian yaitu kontrol yang digunakan sebagai kontrol menyalakan atau mematikan motor induksi 3 fasa dan kontrol yang digunakan sebagai pengereman dinamik. Rangkaian ini terdiri dari Kontaktor magnetik, MCB 1 Fasa, relay dan power supply. Bagian dari kontaktor magnetik yang digunakan sebagai rangkaian kontrol adalah koil kontaktor. Dimana koil kontaktor merupakan kontaktor yang digunakan untuk menggerakkan kontaktor utama. MCB 1 Fasa digunakan sebagai pengaman ketika terjadi gangguan

hubung singkat atau arus lebih. Dan relay digunakan sebagai saklar elektronik yang berfungsi untuk mengatur aliran arus.



Gambar 3. 3 Rangkaian Kontrol

3.2.3 Rangkaian Catu Daya Arduino

Rangkaian catu daya digunakan untuk menyuplai beberapa peralatan yang memerlukan tegangan tertentu sesuai dengan kebutuhan peralatan tersebut. Pada alat simulasi ini menggunakan 2 jenis power supply yang pertama power supply yang memiliki output tegangan 12 VDC dan yang kedua power supply yang

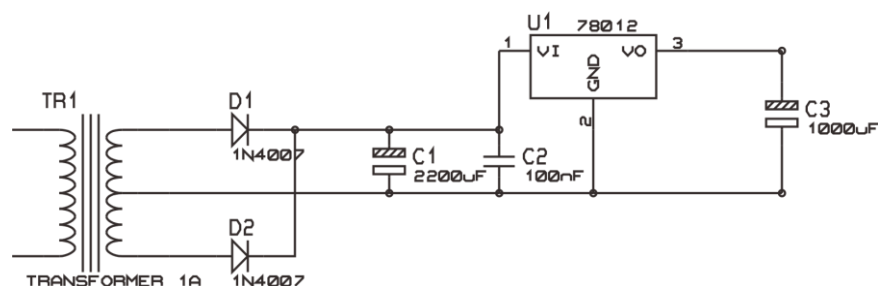
memiliki output tegangan 5 VDC. Power supply dengan output tegangan 12 VDC digunakan untuk menghidupkan arduino UNO 12 VDC yang digunakan sebagai pusat pengendali sistem input dan output rangkaian sensor. Sedangkan untuk power supply dengan output tegangan 5 VDC digunakan untuk memberikan supply ke sensor arus, sensor tegangan, dan lcd 20x4.

Pada rangkaian catu daya yang penulis buat, terdiri dari beberapa komponen dan peralatan listrik, seperti transformator step down, dioda, kapasitor elco dan IC 78xx yang disesuaikan output yang diinginkan. Untuk fungsi dari beberapa komponen dan peralatan, dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Transformator step down berfungsi untuk mengonversi tegangan yang lebih tinggi ke tegangan yang lebih rendah. Transformator step down memiliki 2 buah kumparan yang melilit inti besi sebagai penguat medan magnet. Jumlah lilitan primer dari transformator step down lebih banyak dari pada jumlah lilitan sekunder sehingga menghasilkan tegangan yang lebih rendah.
2. Dioda yang terpasang pada catu daya merupakan jenis dioda penyearah atau dioda bridge yang tersusun dari 4 buah dioda yang dipasang seri dalam bentuk rangkaian jembatan (bridge). Pada dioda bridge ini akan menghasilkan penyearah gelombang penuh yang kinerja dari catu daya akan lebih baik.
3. Kapasitor yang dipasang pada catu daya merupakan jenis kapasitor elko. Jenis kapasitor elko memiliki nilai yang tetap dan memiliki polaritas positif dan negatif. Kapasitor berfungsi sebagai perata arus dan filter agar meredam tegangan ripple. Kapasitor pada catu daya yang penulis buat menggunakan

2 buah kapasitor dipasang paralel yang terletak setelah dioda bridge dan setelah IC 78xx. Kapasitor yang terletak setelah dioda bridge akan memfilter tegangan yang telah di konversi dari tegangan AC ke tegangan DC oleh dioda bridge agar menyempurnakan penyearahan tegangan yang dihasilkan dioda bridge . Sedangkan untuk kapasitor yang terletak setelah IC 78xx berfungsi untuk memfilter tegangan output yang keluar dari IC 78xx agar sinyal arus DC yang dihasilkan benar benar rata sehingga output tegangan akan lebih baik.

4. IC 78xx yang digunakan dalam pembuatan catu daya ini menggunakan 2 jenis IC 78xx, yaitu IC 7812 dan IC 7805. IC 7812 berfungsi sebagai voltage regulator untuk menstabilkan dan membatasi tegangan agar menghasilkan tegangan 12 VDC sehingga output power supply memiliki tegangan yang kurang lebih 12 VDC yang stabil. Sedangkan IC 7805 berfungsi sebagai voltage regulator untuk menstabilkan dan membatasi tegangan agar menghasilkan tegangan 5 VDC sehingga output power supply memiliki tegangan yang kurang lebih 5 VDC yang stabil.



Gambar 3. 4 Rangkaian Power Supply 12V DC

3.2.4 Rangkaian Catu Daya Injeksi Arus Searah

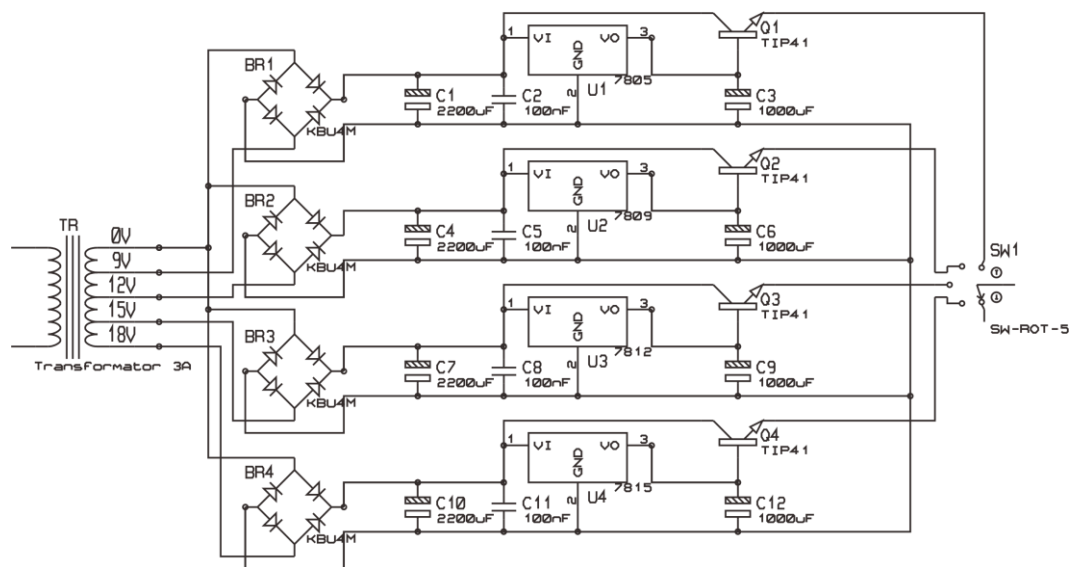
Rangkaian catu daya dimulai dari sumber tegangan 220 Volt AC sebagai input rangkaian catu daya. Sumber tegangan AC 220 Volt diturunkan menggunakan sebuah Transformator step down yang berfungsi untuk menurunkan tegangan 220 VAC menjadi 12 VAC, sesuai dengan tegangan yang dibutuhkan rangkaian.

Output dari Trafo Step down 220/12 Volt ini masih dalam keadaan AC (Alternating Current), sedangkan tegangan yang digunakan untuk rangkaian Arduino Mega 2560 adalah tegangan searah (DC). Sehingga untuk catu daya ini digunakan Dioda sebagai penyearah tegangan. Pada tugas akhir ini menggunakan 4 buah dioda 1N5401 untuk penyearahnya. Sehingga keluaran dari dioda ini adalah rangkaian DC (Direct Current).

Output dari dioda 4 buah diode yang merupakan penyearah gelombang penuh masih memiliki banyak ripple. Sehingga untuk mengurangi besarnya ripple disini ditambahkan dengan rangkaian filter/penyaring menggunakan kapasitor. Kapasitor yang digunakan pada catu daya yaitu kapasitor jenis Elco (Electrolyte Condensator). Perincian kapasitor yang penulis gunakan adalah kapasitor 4700 mikrofarad, dan kapasitor 2200 mikro farad. Sehingga keluaran ripple disini menjadi berkurang.

Pada rangkaian ini dipasang juga IC Regulator yang berfungsi untuk mempertahankan / memastikan tegangan pada level tertentu secara otomatis. Sehingga tegangan keluaran DC pada Voltage Regulator tidak dipengaruhi oleh

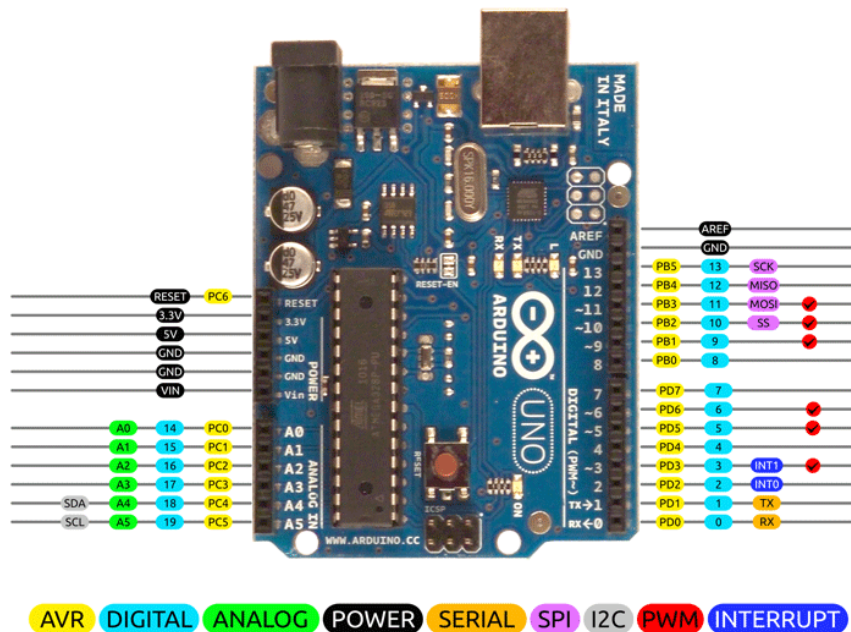
perubahan input catu daya. Pada alat ini menggunakan IC Regulator yaitu 7805, 7809, 7812, dan 7815 yang digunakan untuk menstabilkan tegangan 5VDC, 9VDC, 12VDC, dan 15VDC sehingga output tegangan DC akan tetap pada nilai meskipun tegangan input catu daya selalu berubah-ubah.



Gambar 3. 5 Rangkaian Catu Daya Injeksi Arus Searah

3.2.5 Arduino UNO

Pada tugas akhir ini menggunakan arduino yaitu Arduino UNO R3 sebagai pusat pengendali rangkaian sensor. Arduino UNO R3 mendapatkan supply dari catu daya sebesar 12 VDC. Pada alat ini, Arduino UNO R3 mendapat *input* dari sensor arus ACS712, dan modul sensor tegangan, sedangkan *output* nya berupa LCD 20x4.



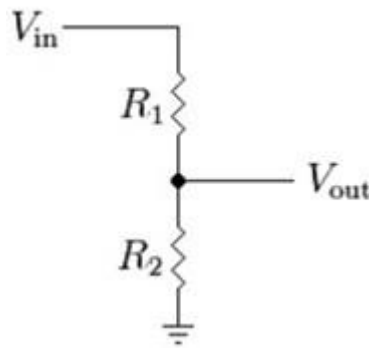
Gambar 3. 6 Pin Arduino Uno

Konfigurasi pin yang digunakan sebagai I/O pada alat ini antara lain :

1. Pin Analog I/O A0, digunakan sebagai masukan sensor tegangan yang digunakan untuk membaca tegangan pada catu daya injeksi arus searah.
2. Pin Analog I/O A1, digunakan sebagai masukan sensor arus yang digunakan untuk membaca besar arus pada rangkaian injeksi arus searah untuk pengereman.
3. Pin Analog I/O A4(SDA) , digunakan sebagai keluaran LCD 20x4 I2C yang berfungsi untuk mentransaksikan data.
4. Pin Analog I/O A5(SCL), digunakan sebagai keluaran LCD 20x4 I2C yang berfungsi untuk menghantarkan sinyal.

3.2.6 Modul Sensor Tegangan DC

Dalam tugas akhir ini, rangkaian sensor tegangan dibuat menggunakan resistor pembagi tegangan. Dimana tegangan yang akan dihitung besar nilainya oleh arduino, diturunkan dengan cara perbandingan oleh resistor, sehingga dihasilkan output tegangan yang lebih kecil, tetapi dengan perbandingan tertentu sehingga sesuai perbandingannya dengan tegangan yang sebenarnya.



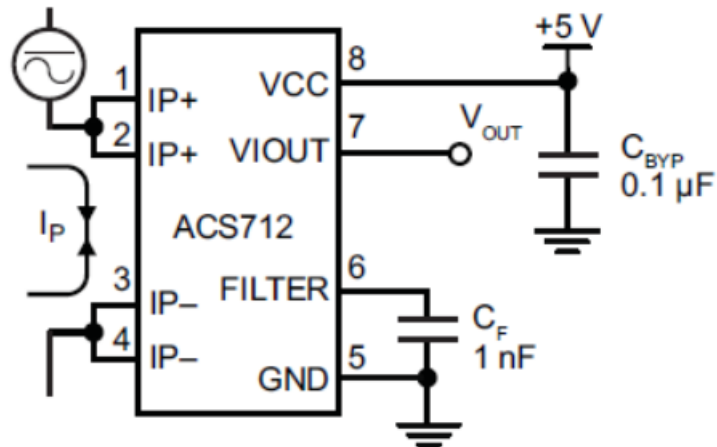
Gambar 3. 7 Rangkaian Sensor Tegangan

3.2.7 Sensor Arus ACS712

Sensor Arus AC 712 digunakan penulis untuk mendapatkan nilai arus yang mengalir pada rangkaian injeksi arus searah. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh integrated Hall IC dan diubah menjadi tegangan proporsional.

Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada didalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan hall transducer secara berdekatan. Persisnya, tegangan proporsional yang rendah akan menstabilkan Bi CMOS Hall IC yang 7 didalamnya yang telah

dibuat untuk ketelitian yang tinggi oleh pabrik. Berikut adalah gambar pin out dari sensor arus ACS712.



Gambar 3. 8 Pin Sensor Arus

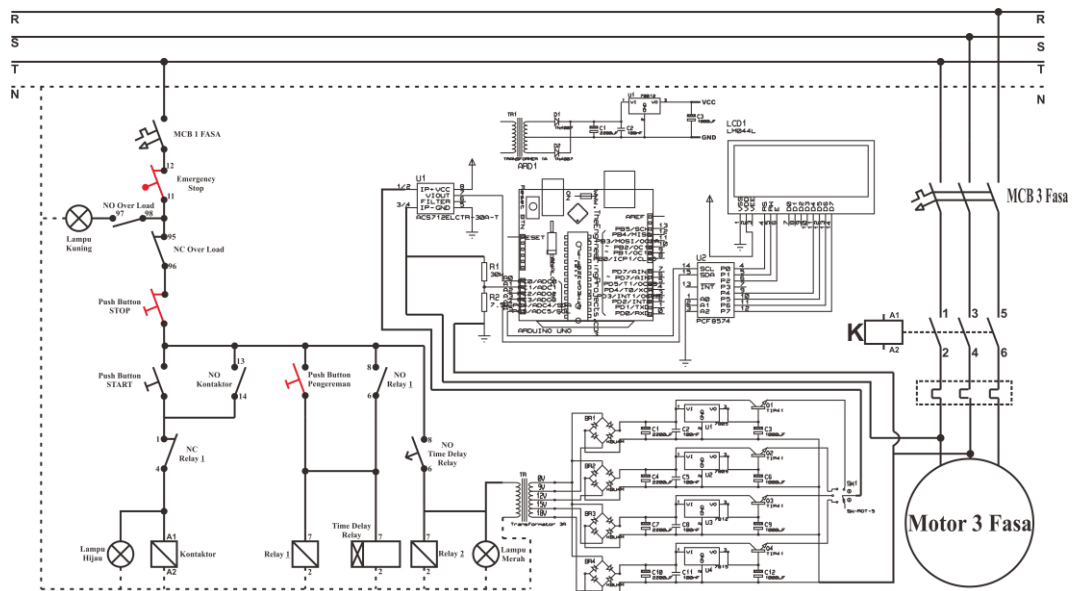
Tabel 3. 1 Pin ACS712

Nomor	Nama	Deskripsi
1 dan 2	IP +	Terminals for current being sampled ; fused internally
3 dan 4	IP -	Terminals for current being sampled ; fused internally
5	GND	Signal Ground Terminal
6	Filter	Terminal for external capacitor that sets bandwidth
7	Vout	Analog output signal
8	Vcc	Device power supply terminal

Pada gambar 3.6 pin out dan tabel 3.1 terminal list di atas dapat kita lihat tata letak posisi I/O dari sensor arus dan kegunaan dari masing-masing pin dari sensor arus ACS712. Hambatan dalam penghantar sensor sebesar 1,2 mΩ dengan daya

yang rendah. Jalur terminal konduktif secara kelistrikan diisolasi dari sensor leads/mengarah (pin 5 sampai pin 8). Hal ini menjadikan sensor arus ACS712 dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi yang membutuhkan isolasi listrik tanpa menggunakan opto-isolator atau teknik isolasi lainnya yang mahal. Sensor ini telah dikalibrasi oleh pabrik.

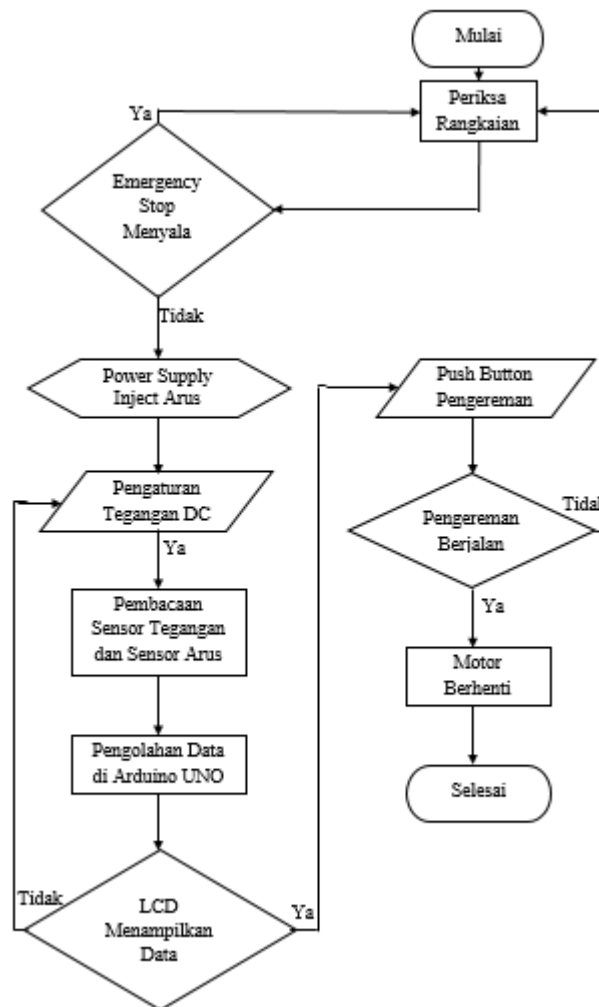
3.2.8 Rangkaian Keseluruhan



Gambar 3. 9 Rangkaian Keseluruhan

3.3 Cara Kerja Sistem

3.3.1 Flow Chart Kerja Alat



Gambar 3. 10 Flowchat Alat

3.3.2 Cara Kerja Keseluruhan Sistem

Alat ini menggunakan sumber utama listrik PLN 380VAC yang digunakan untuk menggerakkan motor induksi 3 fasa. Penggerak motor induksi 3 fasa terdiri dari MCB 3 Fasa sebagai pengaman listrik 3 fasa, kemudian menggunakan kontaktor sebagai saklar elektronik yang akan menyambungkan jalur arus ke motor 3 fasa dan disambungkan ke rangkaian kontrol melalui koil kontaktor. Rangkaian

kontrol terdiri dari MCB 1 Fasa sebagai pengaman ketika terjadi arus lebih, push button sebagai saklar untuk menjalankan, menghentikan, dan pengereman motor induksi, relay yang digunakan sebagai saklar elektronik, dan lampu induktor. Terdapat juga power supply sebagai sumber tegangan untuk arduino dan sensor.

Alat ini bekerja ketika mendapatkan sumber tegangan 380V AC, sumber tegangan 380VAC digunakan untuk menggerakkan motor induksi tiga fasa. Motor induksi berputar berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik, yakni jika motor induksi dialiri tegangan tiga fasa, maka arus yang mengalir pada ketiga lilitan stator akan menimbulkan medan putar. Medan putar stator (fluk magnet stator) ini akan memotong batang-batang konduktor rotor sehingga timbul GGL induksi pada setiap batang penghantar. Sehingga menyebabkan mengalirnya arus rotor. Semua batang konduktor rotor terhubung singkat satu sama lain pada kedua ujungnya oleh dua gelang pengikat. Dengan adanya tegangan induksi pada setiap batang konduktor rotor yang terhubung singkat satu sama lain pada kedua ujungnya, maka setiap batang konduktor rotor akan terinduksi dan akan mengalir arus listrik yang menyebabkan timbulnya gaya putar (torsi) pada rotor sehingga rotor berputar.

Kemudian untuk mengatur nyala mati motor induksi, terdapat kontaktor yang berfungsi sebagai saklar elektronik. Kontaktor terhubung dengan rangkaian kontrol berupa push button. Pengereman motor induksi tiga fasa dilakukan dengan mengubah tegangan pada stator dari sumber tegangan AC menjadi tegangan DC dalam waktu yang sangat singkat. Torsi yang dihasilkan pengereman tergantung pada besar arus searah yang diinjeksikan pada belitan stator. Arus searah yang diinjeksikan pada kumparan stator akan mengembangkan medan stasioner untuk

menurunkan tegangan pada rotor. Oleh karena kumparan rotor terhubung singkat, arus yang mengalir menghasilkan medan magnet. Medan magnet akan berputar dengan kecepatan yang sama dengan rotor tetapi dengan arah yang berlawanan untuk menjadikan stasioner terhadap stator. Interaksi medan resultan dan gaya gerak magnet rotor akan mengembangkan torsi yang berlawanan dengan torsi motor sehingga pengereman terjadi. Torsi pengereman yang dihasilkan tergantung pada besarnya arus searah yang diinjeksikan pada belitan stator. Pada alat ini menggunakan power supply sebagai sumber arus searah yang digunakan untuk injeksi. Dan besarnya arus searah diatur dengan saklar switching.

Pada alat ini dilengkapi dengan lcd sebagai monitor besar arus dan tegangan yang diinjeksikan pada motor induksi tiga fasa. Arduino digunakan sebagai mikrokontroler untuk menjalankan sensor. Sensor arus ACS712 dan modul sensor tegangan sebagai input dan lcd 20x4 sebagai output.

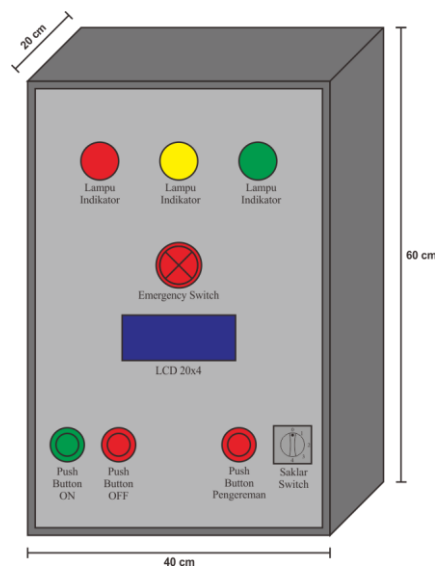
BAB IV

PEMBUATAN ALAT DYNAMIC BRAKING MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE INJEKSI ARUS SEARAH DISERTAI TAMPILAN LCD

Pembuatan alat “DYNAMIC BRAKING MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE INJEKSI ARUS SEARAH DISERTAI TAMPILAN LCD” dibagi menjadi dua, yaitu pembuatan perangkat keras dan pembuatan perangkat lunak.

4.1 Pembuatan Perangkat Keras

4.1.1 Desain Alat Simulasi



Gambar 4. 1 Desain Alat

Alat dirancang menggunakan box panel dengan bahan plat *mild steel* dengan ukuran panjang 40 cm, lebar 20 cm, tinggi 60 cm.

4.1.2 Alat dan Bahan Pembuatan Alat Simulasi

Dalam pembuatan alat simulasi Tugas Akhir ini, menggunakan bahan-bahan dan peralatan sebagai pendukung untuk mempermudah proses pembuatan alat simulasi. Bahan yang digunakan ini dapat dilihat pada tabel 4.1 dan peralatan pada tabel 4.2.

Tabel 4. 1 Daftar Alat Pembuatan Rangkaian

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1.	Spidol	Snowman Hitam	1 Buah
2.	Penggaris	30 cm	1 Buah
3.	Tang Kombinasi	Blitz	1 Buah
4.	Bor PCB	12v 1A	1 Buah
5.	Mata Bor	Diameter 2mm	1 Buah
6.	Bor	220 VAC, 1,7A, 350 W	1 Buah
7.	Hole Saw Besi	Diameter 20mm	1 Buah
8.	Mata Bor Besi	Diameter 3mm, 4mm	2 Buah
9.	Cutter	Merk Joyko	1 Buah
10.	Solder	Dekko 40W	1 Buah
11.	Solder Attractor	Panjang 20 cm	1 Buah
12.	Multimeter Digital	Merk Winner	1 Buah
13.	Gunting	Ukuran Sedang	1 Buah
14.	Obeng set mini	Merk Bentz	1 Buah
15.	Tang potong	Blitz	1 Buah

16.	Gergaji besi	Panjang 40cm	1 Buah
17.	Pinset	Merk Bentz	1 Buah
18.	Tespen	Merk Steco	1 Buah

Tabel 4. 2 Daftar Bahan Pembuatan Rangkaian

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1.	Lampu Indikator	220VAC	3 Buah
2.	Push Button	220VAC	3 Buah
3.	Emergency Switch	220VAC	1 Buah
4.	Selector Switch	220VAC	1 Buah
5.	LCD I2C	20x4 Warna Biru	1 Buah
6.	Transformator	1 Fasa 1A, 3A	2 Buah
7.	MCB 3 Fasa	25A, Merk EWIG	3 Buah
8.	MCB 1 Fasa	4A, Merk Broco	1 Buah
9.	Kontaktor Magnetik	Merk Schneider	1 Buah
10.	Arduino	UNO R3 Atmega 328	1 Buah
11.	Relay	220VAC	2 Buah
12.	Time Delay Relay	Merk Omron	1 Buah
13.	Terminal Block	6 Pin Merk EWIG	1 Buah
14.	Terminal Block	4 Pin Merk EWIG	1 Buah
15.	Rel MCB Panel	Aluminium	1 Meter
16.	Sensor Arus	ACS712 5A	1 Buah
17.	Modul Sensor Tegangan	Max. 25VDC	1 Buah

18.	Mini Breadboard	170 Titik	1 Buah
19.	Terminal Block PCB	2 Pin	9 Buah

4.2 Pembuatan Rangkaian Elektronika

Pembuatan rangkaian alat ini meliputi beberapa rangkaian yaitu :

1. Rangkaian Daya Motor Induksi 3 Fasa
2. Rangkaian Kontrol Motor Induksi 3 Fasa
3. Rangkaian Catu Daya untuk Arduino
4. Rangkaian Catu Daya untuk Sensor dan LCD
5. Rangkaian Catu Daya untuk Injeksi Arus Searah

Pada masing masing rangkaian elektronika bahan yang digunakan bervariasi, rangkaianannya juga berbeda satu sama lain, untuk itu penyusun akan menguraikannya sebagai berikut :

4.2.1 Rangkaian Daya Motor Induksi 3 Fasa

Rangkaian ini berguna untuk menjalankan motor induksi 3 fasa dengan pengaman. Berikut adalah daftar komponen rangkaian daya motor induksi 3 fasa:

Tabel 4. 3 Daftar Komponen Rangkaian Daya Motor Induksi 3 Fasa

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1.	MCB 3 Fasa	25A, Merk EWIG	1 Buah
2.	Kontaktor 3 Fasa	Merk Schneider	1 Buah
3.	Thermal Over Load	Merk Schneider	1 Buah
4.	Terminal Block	6 Pin, Merk EWIG	1 Buah
5.	Termin Block	4 Pin, Merk EWIG	1 Buah

4.2.2 Rangkaian Kontrol Motor Induksi 3 Fasa

Rangkaian ini berfungsi sebagai pegatur nyala dan mati motor induksi 3 fasa. Pengaturan dilakukan menggunakan push button dilengkapi lampu indikator. Pada rangaian ini juga terdapat relay 220 VAC yang digunakan sebagai saklar elektronik dan pengaman rangkaian.

Tabel 4. 4 Daftar Komponen Rangkaian Kontrol Motor Induksi 3 Fasa

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1.	MCB 1 Fasa	4 A, Merk Broco	1 Buah
2.	Relay	MK2P 220V 8 Pin	2 Buah
3.	Time Delay Relay	Omron H3CR A8	1 Buah
4.	Terminal Block	6 Pin, Merk EWIG	1 Buah
5.	Termin Block	4 Pin, Merk EWIG	1 Buah
6.	Pilot Lamp	220VAC	3 Buah
7.	Emergency Stop	1 NO, 1 NC	1 Buah
8.	Push Button	1 NO, 1 NC	3 Buah

4.2.3 Rangkaian Catu Daya untuk Arduino

Rangkaian catu daya ini mendapatkan input dari listrik 220 VAC. Dari tegangan 220 VAC diturunkan menjadi 15 VAC oleh Transformator Step Down CT 1 Ampere. Kemudian tegangan 15 VAC disearahkan dengan 2 dioda 1N4007. Keluaran dioda masih dalam bentuk gelombang penuh, sehingga perlu disaring menggunakan kapasitor untuk menghilangkan ripple yang masih ada di tegangan

tersebut. Output tegangan dari kapasitor diteruskan ke IC L7812 yang berfungsi sebagai penstabil tegangan, sehingga didapatkan tegangan sebesar 12 VDC. Selanjutnya keluaran dari IC 7812 menuju kapasitor untuk disaring kembali, sehingga didapatkan tegangan dengan hasil yang baik.

Tabel 4. 5 Daftar Komponen Rangkaian Catu Daya 12V

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1.	Terminal Block PCB	3 Pin	1 Buah
2.	Terminal Block PCB	2 Pin	1 Buah
3.	Transformator	Step Down 1A	1 Buah
4.	IC Regulator	L 7812	1 Buah
5.	Kapasitor Elektrolit	2200uF 25V	1 Buah
6.	Kapasitor Milliar	100nF	1 Buah
7.	Dioda	1N4007	3 Buah
8.	Kapasitor Elektrolit	1000uF 25V	1 Buah

4.2.4 Rangkaian Catu Daya untuk Sensor dan LCD

Rangkaian catu daya ini mendapatkan input dari listrik 220 VAC. Dari tegangan 220 VAC diturunkan menjadi 9 VAC oleh Transformator Step Down CT 1 Ampere. Kemudian tegangan 9 VAC disearahkan dengan 2 dioda 1N4007. Keluaran dioda masih dalam bentuk gelombang penuh, sehingga perlu disaring menggunakan kapasitor untuk menghilangkan ripple yang masih ada di tegangan tersebut. Output tegangan dari kapasitor diteruskan ke IC L7805 yang berfungsi sebagai penstabil tegangan, sehingga didapatkan tegangan sebesar 5 VDC.

Selanjutnya keluaran dari IC 7812 menuju kapasitor untuk disaring kembali, sehingga didapatkan tegangan dengan hasil yang baik.

Tabel 4. 6 Daftar Komponen Rangkaian Catu Daya 5V

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1.	Transformator	Step Down 1A	1 Buah
2.	IC Regulator	L 7805	1 Buah
3.	Kapasitor Elektrolit	2200uF 16V	1 Buah
4.	Kapasitor Elektrolit	1000uF 16V	1 Buah

4.2.5 Rangkaian Catu Daya untuk Injeksi Arus Searah

Rangkaian catu daya ini mendapatkan input dari listrik 220 VAC. Dari tegangan 220 VAC diturunkan menjadi 18 VAC, 15 VAC, 12 VAC dan 9 VAC oleh Transformator Step Down non CT 3 Ampere. Kemudian tegangan keluaran transformator disearahkan dengan dioda sisir 3 Ampere. Keluaran dioda masih dalam bentuk gelombang penuh, sehingga perlu disaring menggunakan kapasitor untuk menghilangkan ripple yang masih ada di tegangan tersebut. Output tegangan dari kapasitor diteruskan ke IC regulator L7815, L7812, L7809, dan L7805 yang berfungsi sebagai penstabil tegangan, sehingga didapatkan tegangan sebesar 15 VDC, 12 VDC, 9 VDC, dan 5 VDC. Selanjutnya keluaran dari IC regulator menuju kapasitor untuk disaring kembali, sehingga didapatkan tegangan dengan hasil yang baik. Transistor TIP 41C digunakan sebagai penguat arus.

Tabel 4. 7 Daftar Komponen Rangkaian Catu Daya Injeksi Arus Searah

No	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1.	Terminal Block PCB	2 Pin	8 Buah
2.	Dioda Sisir	3A	4 Buah
3.	Transformator	Step Down 3A	1 Buah
4.	IC Regulator	L 7805	1 Buah
5.	IC Regulator	L 7809	1 Buah
6.	IC Regulator	L 7812	1 Buah
7.	IC Regulator	L 7815	1 Buah
8.	Kapasitor Elektrolit	2200uF 35V	4 Buah
9.	Kapasitor Elektrolit	1000uF 35V	4 Buah
10.	Kapasitor Milliar	100nF	4 Buah
11.	Dioda	1N5401	4 Buah
12.	Transistor	TIP 41	4 Buah

4.3 Pembuatan Perangkat Lunak

Pembuatan perangkat lunak dilakukan dengan membuat program pada Arduino UNO R3 melalui Arduino IDE. Dalam pembuatan program arduino, dibutuhkan beberapa komponen yaitu :

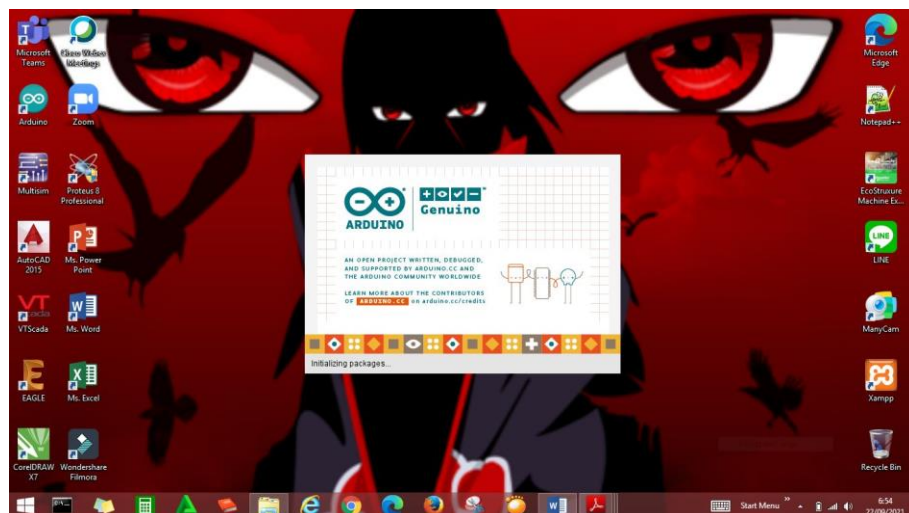
Tabel 4. 8 Daftar Komponen Pembuatan Perangkat Lunak

No.	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
1.	Arduino	UNO R3 Atmega 328	1 Buah
2.	Sensor Arus	ACS 712 5A	1 Buah

3.	Sensor Tegangan	Max. 25VDC	1 Buah
4.	LCD I2C	20x4, Warna Biru	1 Buah
5.	Mini Breadboard	170 Titik	1 Buah

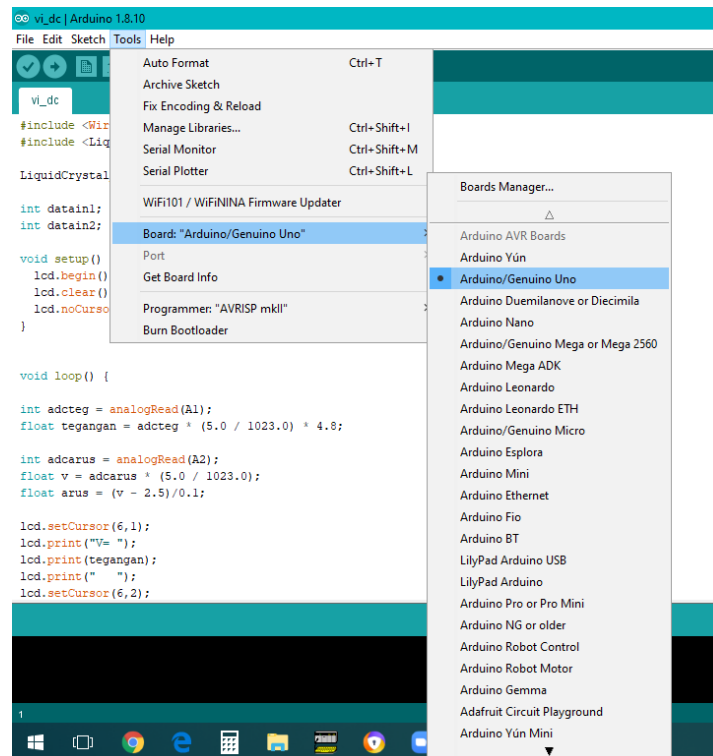
Setelah menyiapkan bahan-bahan yang diperlukan selanjutnya adalah memprogram mikroprosesor arduino agar alat sesuai dengan keinginan penulis. Langkah-langkah pengoperasian Arduino IDE adalah sebagai berikut.

1. Membuka aplikasi arduino IDE yang sudah ter-instal di laptop seperti pada gambar.



Gambar 4. 2 Arduino IDE

2. Hubungkan kabel USB dari laptop ke arduino. Pilih *board* Arduino UNO dengan pilih *Tools* -> *Board* -> Arduino UNO.



Gambar 4. 3 Pilih Board Arduino

3. Tentukan serial port yang dipakai, ini digunakan untuk memprogram device Arduino, jika belum tahu serial port berapa yang dipakai dapat dilihat di device manager -> Ports, lalu cek nomer COM-nya, pastikan dahulu COM yang dipakai sesuai dengan setting Arduino, Setelah tahu COM yang digunakan, kembali ke Arduino IDE, Pilih Tools -> Serial Port -> COM (nomor yang tersedia). Jika berhasil maka pada bagian editor bawah akan tampak COM yang dipakai.
4. Tuliskan program pada editor yang akan diupload ke Arduino UNO.

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
```

```
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27,20,4);

int datain1;

int datain2;

void setup() {

    lcd.begin();

    lcd.clear();

    lcd.noCursor();

}

void loop() {

    int adcteg = analogRead(A1);

    float tegangan = adcteg * (5.0 / 1023.0) * 4.8;

    int adcarus = analogRead(A2);

    float v = adcarus * (5.0 / 1023.0);

    float arus = (v - 2.5)/0.1;

    lcd.setCursor(6,1);

    lcd.print("V= ");
```

```
lcd.print(tegangan);
```

```
lcd.print(" ");
```

```
lcd.setCursor(6,2);
```

```
lcd.print("I= ");
```

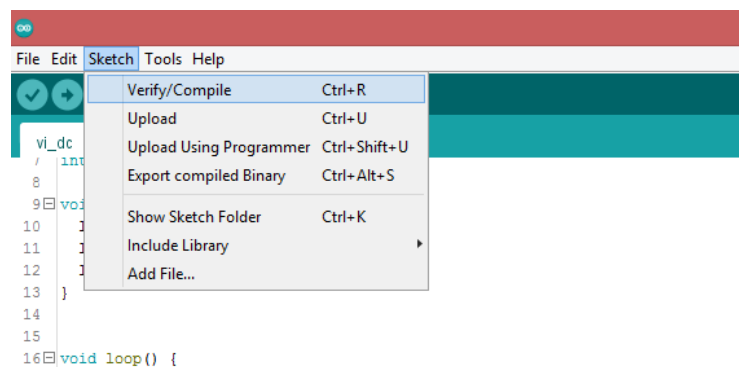
```
lcd.print(arus);
```

```
lcd.print(" ");
```

```
delay(200);
```

```
}
```

5. Setelah menulis program kemudian masuk ke proses upload, caranya yaitu tekan tombol verify, kemudian jika tidak ada error, tekan tombol upload, tunggu sampai proses selesai.



Gambar 4. 4 Compile Arduino

BAB V

PENGUKURAN DAN PENGUJIAN ALAT DYNAMIC BRAKING MOTOR

INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE INJEKSI ARUS SEARAH

DISERTAI TAMPILAN LCD

Setelah melakukan pembuatan alat, selanjutnya melakukan pengukuran dan pengujian untuk mengetahui kinerja dari alat ini sebagai bukti bahwa sistem yang diimplementasikan telah memenuhi spesifikasi yang telah direncanakan. Data pengukuran dan pengujian dapat memberikan informasi yang cukup untuk menyempurnakan sistem.

5.1 Peralatan Pengujian dan Pengukuran

Untuk melakukan pengukuran dan pengujian dibutuhkan peralatan-peralatan pendukung diantaranya sebagai berikut pada tabel 5.1.

Tabel 5. 1 Peralatan Pengujian dan Pengukuran

No.	Nama	Spesifikasi	Jumlah	Kegunaan
1.	Multimeter Digital	Merk Tolsen Tipe 38034	1 Buah	Untuk mengukur besar tegangan dan arus pada rangkaian
2.	<i>Smartphone</i>	Merk Redmi Note 8	1 Buah	Sebagai <i>stop</i> <i>watch</i> dan

				untuk dokumentasi
--	--	--	--	----------------------

5.2 Prosedur Pengukuran dan Percobaan

Prosedur atau langkah-langkah dalam melakukan pengujian dan pengukuran alat simulasi adalah sebagai berikut:

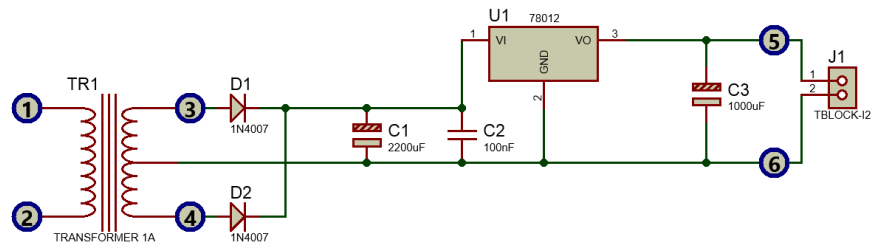
1. Mempersiapkan gambar rangkaian dan tata letak komponen.
2. Mempersiapkan semua alat yang digunakan dan memastikan bahwa peralatan yang akan digunakan dalam kondisi baik.
3. Melakukan pengukuran dan pengujian rangkaian.
4. Mencatat dan mendokumentasikan hasil pengukuran dan pengujian.
5. Menganalisa pengukuran berdasarkan data terukur dan nilai perhitungan.

5.3 Pengukuran Rangkaian

Pengukuran dilakukan pada masing-masing rangkaian untuk mengetahui besarnya arus dan tegangan pada rangkaian dan kemungkinan adanya kesalahan pada setiap rangkaian.

Adapun rangkaian yang diukur dan dicoba pada pembuatan tugas akhir ini yaitu rangkaian catu daya 12 Volt untuk arduino, catu daya 5V untuk sensor dan lcd, catu daya untuk injeksi arus searah, pengujian komponen dan pengujian keseluruhan alat.

5.3.1 Rangkaian Catu Daya 12V untuk Arduino Uno

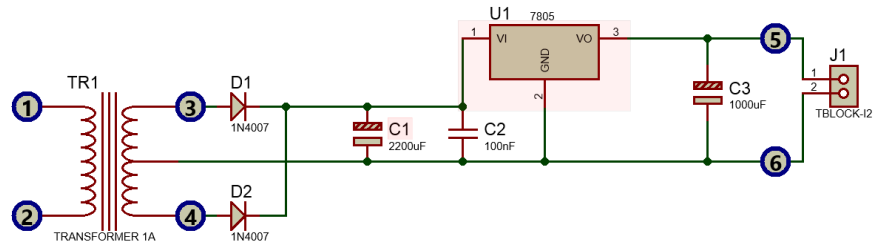


Gambar 5. 1 Rangkaian Catu Daya 12V

Tabel 5. 2 Hasil Pengukuran Catu Daya 12V

No.	Nama	Titik Ukur	Hasil Pengukuran	Tampilan Multimeter
1.	Input Transformator Pada Sisi Primer	1 - 2	212 VAC	
2.	Output Transformator Pada Sisi Sekunder	3 - 4	14,63 VAC	
3.	Output Catu Daya	5 - 6	11,97 VDC	

5.3.2 Rangkaian Catu Daya 5V untuk Sensor dan LCD

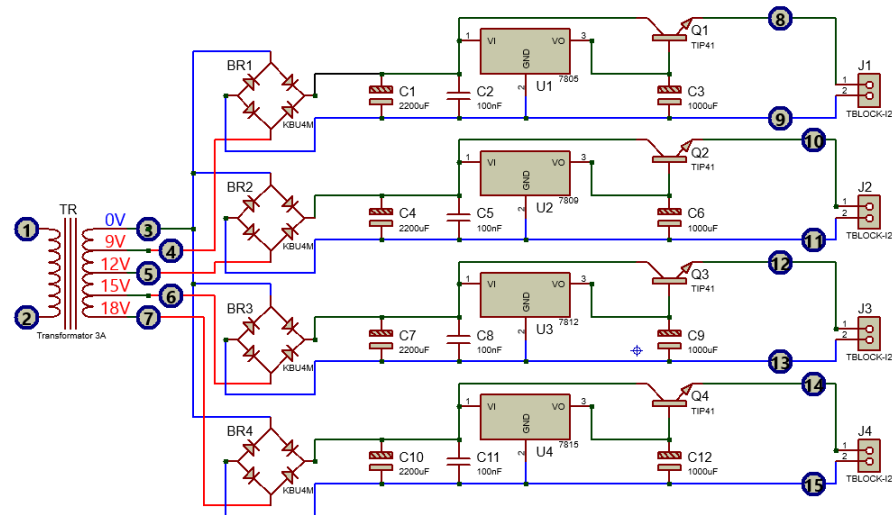


Gambar 5. 2 Rangkaian Catu Daya 5V

Tabel 5. 3 Hasil Pengukuran Catu Daya 5V

No.	Nama	Titik Ukur	Hasil Pengukuran	Tampilan Multimeter
1.	Input Transformator Pada Sisi Primer	1 - 2	212 VAC	
2.	Output Transformator Pada Sisi Sekunder	3 - 4	8,69 VAC	
3.	Output Catu Daya	5 - 6	5,03 VDC	

5.3.3 Rangkaian Catu Daya untuk injeksi arus searah



Gambar 5. 3 Rangkaian Catu Daya Injeksi Arus Searah

Tabel 5. 4 Hasil Pengukuran Catu Daya Injeksi Arus Searah

No.	Nama	Titik Ukur	Hasil Pengukuran	Tampilan Multimeter
1.	Input Transformator Pada Sisi Primer	1 - 2	212 VAC	
2.	Output Transformator Pada Sisi Sekunder	3 – 4	8,69 VAC	
		3 – 5	11,7 VAC	

		3 – 6	14,54 VAC	
		3 - 7	17,46 VAC	
3.	Output Catu Daya	8 - 9	5,06 VDC	
		10- 11	8,98 VDC	
		12- 13	11,89 VDC	
		14- 15	14,79 VDC	

5.3.4 Pengujian Komponen

Tabel 5. 5 Hasil Pengujian Komponen

No.	Nama Komponen	Data Pengujian	Hasil Pengujian
1.	MCB 1 Fasa	Tuas MCB di naikkan kemudian <i>input</i> dan <i>output</i> MCB di hubungkan	MCB 1 Fasa

		ke multimeter yang telah diposisikan pada ohm meter	kondisi baik
2.	MCB 3 Fasa	Sama seperti MCB 1 Fasa, tuas MCB di naikkan kemudian kemudian <i>input</i> dan <i>output</i> MCB di hubungkan ke multimeter yang telah diposisikan pada ohm meter	MCB 3 Fasa dalam kondisi baik
3.	Kontaktor	Kontaktor mendapatkan sumber tegangan pada koil, maka kontak kontak NC akan terbuka dan kontak-kontak NO akan tertutup dan sebaliknya	Kontaktor dalam kondisi baik
4.	Relay 220V	Pengujian dilakukan dengan memberikan tegangan pada koil relay, apabila ON maka COM akan berubah posisi dari NO ke NC dan sebaliknya.	Relay dalam kondisi baik
5.	<i>Time Delay Relay</i>	TDR dalam keadaan OFF kontak-kontak NC nya tertutup, sedangkan kontak-kontak NO nya terbuka dan sebaliknya.	Komponen dalam kondisi baik
6.	<i>Push Button</i>	<i>Push Button</i> OFF maka NC tertutup, multimeter menunjukkan angka. bila	Komponen dalam

		ditekan kontaknya NO terbuka dan multimeter tidak menunjukkan angka.	kondisi baik
7.	Lampu Indikator	Lampu indikator dihubungkan dengan sumber tegangan 220V, ketiga lampu dapat menyala.	Komponen dalam kondisi baik

5.3.5 Pengujian Keseluruhan

1. Pengujian pengereman dengan tegangan DC 5 Volt

Tabel 5. 6 Hasil Pengujian Pengereman Tegangan 5V DC

No.	Tegangan Terbaca (Volt)	Arus Terbaca (Ampere)	Waktu Berhenti (detik)
1.	4,79	0,12	10.86
2.	4,81	0,27	10.88
3.	4,83	0,37	10,80
4.	4,90	0,25	10.27
5.	4,80	0,30	10.70
6.	4,89	0,22	11,00
7.	4,87	0,21	10,96
8.	4,91	0,23	10,55
9.	4,78	0,29	10,53
10.	4,86	0,18	10,67

Rata-rata	4,85	0,25	10,75
-----------	------	------	-------

2. Pengujian pengereman dengan tegangan DC 9 Volt

Tabel 5. 7 Hasil Pengujian Pengereman Tegangan 9V DC

No.	Tegangan Terbaca (Volt)	Arus Terbaca (Ampere)	Waktu Berhenti (detik)
1.	8,87	1,05	5,62
2.	8,84	1,00	5,02
3.	8,52	0,90	5,11
4.	8,49	1,15	5,00
5.	8,52	1,02	5,14
6.	8,76	0,94	5,55
7.	8,88	1,10	5,20
8.	8,90	1,02	5,06
9.	8,81	1,05	5,12
10.	8,85	1,03	5,23
Rata-rata	8,75	1,03	5,21

3. Pengujian pengereman dengan tegangan DC 12 Volt

Tabel 5. 8 Hasil Pengujian Pengereman Tegangan 12V DC

No.	Tegangan Terbaca (Volt)	Arus Terbaca (Ampere)	Waktu Berhenti (detik)
1.	11,82	1,59	3,06
2.	11,55	1,74	2,95
3.	11,50	1,83	2,90
4.	11,64	1,54	3,02
5.	11,67	1,44	2,89
6.	11,58	1,67	2,90
7.	11,70	1,70	3,10
8.	11,80	1,80	2,85
9.	11,75	1,71	2,95
10.	11,67	1,66	2,88
Rata-rata	11,67	1,67	2,95

4. Pengujian pengereman dengan tegangan DC 15 Volt

Tabel 5. 9 Hasil Pengujian Pengereman Tegangan 15V DC

No.	Tegangan Terbaca (Volt)	Arus Terbaca (Ampere)	Waktu Berhenti (detik)
1.	14,78	2,51	1,87
2.	14,76	2,43	2,00

3.	14,87	2,78	1,90
4.	14,88	2,41	1,89
5.	14,78	2,60	2,01
6.	14,80	2,59	2,10
7.	14,79	2,73	1,76
8.	14,76	2,70	1,78
9.	14,81	2,58	1,80
10.	14,80	2,52	1,85
Rata-rata	14,81	2,59	1,89

5. Perbandingan waktu pengujian dengan pengereman dan tanpa pengereman

Tabel 5. 10 Perbandingan Pengereman dan Tanpa Pengereman

No.	Waktu Berhenti (detik)				
	Tampa Pengereman	Dengan Pengereman			
		5VDC	9VDC	12VDC	15VDC
1.	41,10	10.86	5,62	3,06	1,87
2.	41,69	10.88	5,02	2,95	2,00
3.	40,30	10,80	5,11	2,90	1,90
4.	40,55	10.27	5,00	3,02	1,89
5.	40,75	10.70	5,14	2,89	2,01

6.	41,00	11,00	5,55	2,90	2,10
7.	41,05	10,96	5,20	3,10	1,76
8.	41,11	10,55	5,06	2,85	1,78
9.	40,67	10,53	5,12	2,95	1,80
10.	40,92	10,67	5,23	2,88	1,85
Rata-rata	40,91	10,75	5,20	2,95	1,90

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Dengan rahmat dan karunia Allah SWT, penulis telah menyelesaikan penulisan laporan Tugas Akhir yang berjudul “DYNAMIC BRAKING MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE INJEKSI ARUS SEARAH DISERTAI TAMPILAN LCD”. Adapun kesimpulan yang diperoleh dari Tugas Akhir ini sebagai berikut :

1. Didapatkan alat pengereman dinamis motor induksi tiga fasa menggunakan metode injeksi arus searah yang cukup efisien.
2. Dengan tanpa pengereman, motor induksi tiga fasa berehenti dalam waktu 40,91 detik.
3. Waktu tercepat pengereman terjadi pada saat diinjeksikan tegangan 15VDC sebesar 1,9 detik.
4. Semakin besar tegangan yang diinjeksi ke motor induksi, maka semakin cepat waktu yang dibutuhkan motor hingga berhenti.

6.2 Saran

Dari Tugas Akhir yang berjudul “DYNAMIC BRAKING MOTOR INDUKSI 3 FASA DENGAN METODE INJEKSI ARUS SEARAH DISERTAI TAMPILAN LCD”, perlu disampaikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Menggunakan sumber injeksi tegangan yang lebih besar, sehingga waktu pengereman dapat lebih cepat.
2. Mengembangkan alat dengan sistem otomatisasi, dapat mendeteksi terjadinya kesalahan dan dapat menjalankan sistem pengereman.
3. Mengembangkan alat dengan kontrol jarak jauh menggunakan aplikasi *smartphone* atau yang lainnya.

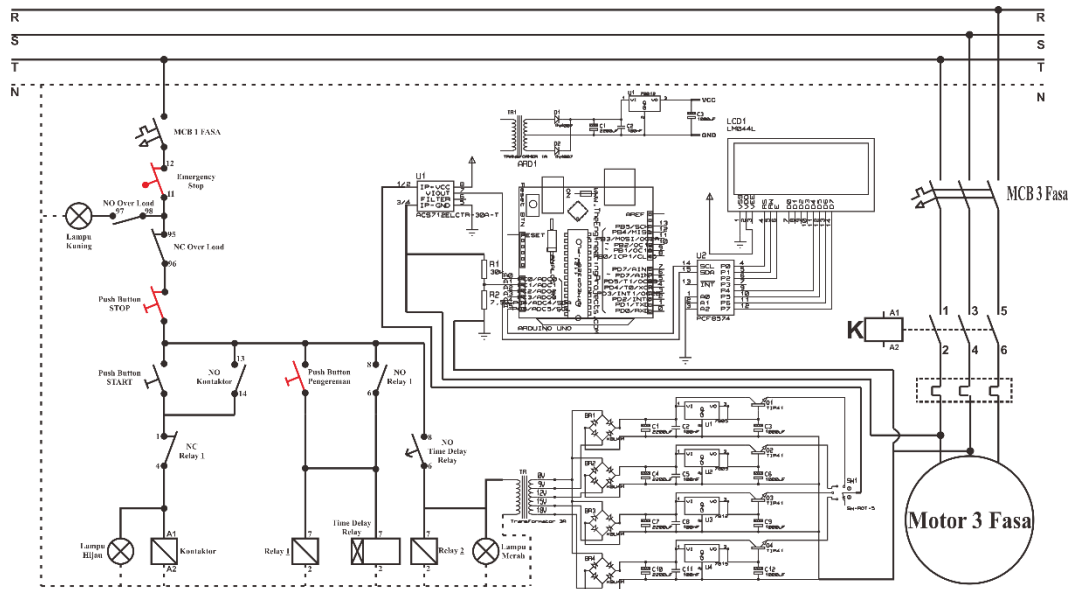
Demikian Tugas Akhir yang penulis buat, semoga tugas akhir ini dapat digunakan sebagaimana mestinya dan memberikan manfaat untuk perkembangan ilmu ketenagalistrikan. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sangat diharapkan.

DAFTAR PUSTAKA

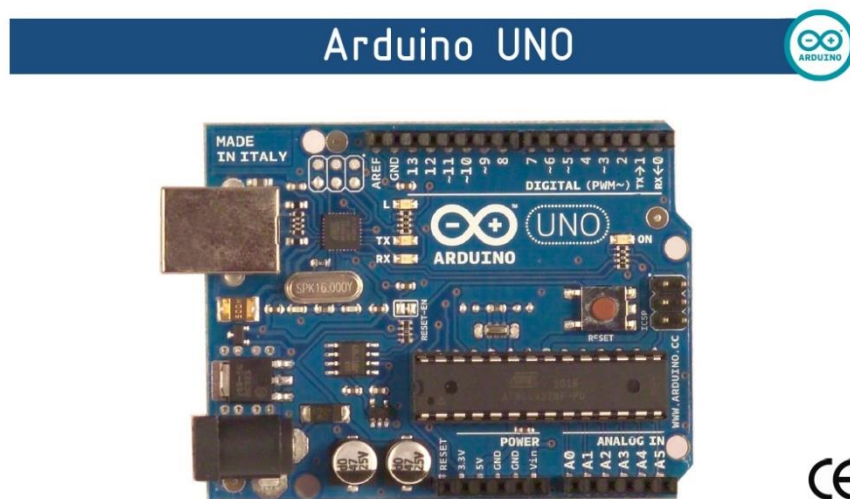
- [1] M. H. Pradipta, T. Sukmadi, dan M. Facta. 2014. *Pengereman Dinamis Konvensional pada Motor Induksi Tiga Fasa*. Jurnal Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [2] A. Warsito, M. Facta, dan M. Anantha B. P. 2006. *Pengereman Dinamik Pada Motor Induksi Tiga Fasa*. Jurnal Tugas Akhir Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- [3] M. Wahyudi dan Jefri Lianda. 2018. *Sensor Arus dan Sensor Tegangan Untuk Monitoring Energi Listrik*. Jurnal Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis.
- [4] Zuhail. 2000. *Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

LAMPIRAN

Lampiran 1 Skematik Keseluruhan Alat



Lampiran 2 Datasheet Arduino UNO R3 Atmega328



Product Overview

The Arduino Uno is a microcontroller board based on the ATmega328 ([datasheet](#)). It has 14 digital input/output pins (of which 6 can be used as PWM outputs), 6 analog inputs, a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Uno differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

"Uno" means one in Italian and is named to mark the upcoming release of Arduino 1.0. The Uno and version 1.0 will be the reference versions of Arduino, moving forward. The Uno is the latest in a series of USB Arduino boards, and the reference model for the Arduino platform; for a comparison with previous versions, see the [index of Arduino boards](#).

Index

Technical Specifications

Page 2

How to use Arduino Programming Environment, Basic Tutorials

Page 6

Terms & Conditions

Page 7

Environmental Policies half sqm of green via Impatto Zero®

Page 7



radiospares

RADIONICS



Technical Specification

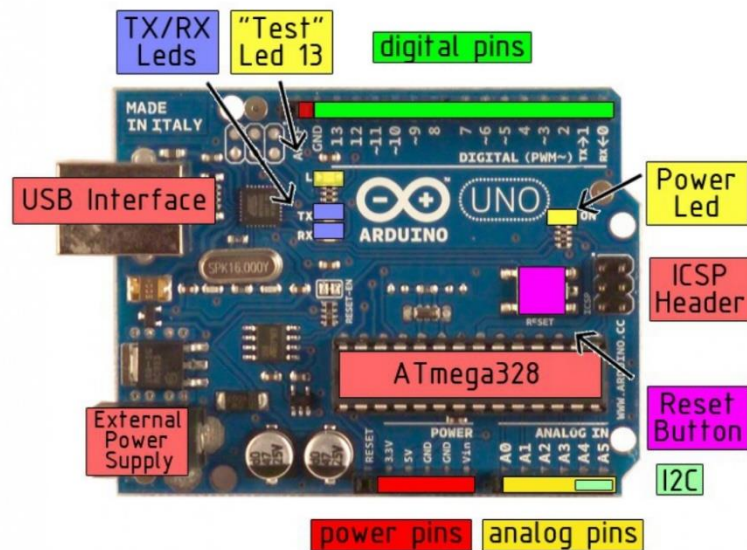


EAGLE files: [arduino-duemilanove-uno-design.zip](#) Schematic: [arduino-uno-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



radiospares

RADIONICS



Power

The Arduino Uno can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically.

External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The Atmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 0,5 KB is used for the bootloader); It has also 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial: 0 (RX) and 1 (TX).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **LED: 13.** There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.



radiospares

RADIONICS



The Uno has 6 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **I²C: 4 (SDA) and 5 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#).

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

See also the [mapping between Arduino pins and Atmega328 ports](#).

Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega8U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The '8U2 firmware uses the standard USB COM drivers, and no external driver is needed. However, on Windows, an *.inf file is required..

The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also support I2C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I2C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega328 datasheet.

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno w/ ATmega328" from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega8U2 firmware source code is available . The ATmega8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2. You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader).



radiospares RADIONICS



Automatic (Software) Reset

Rather than requiring a physical press of the reset button before an upload, the Arduino Uno is designed in a way that allows it to be reset by software running on a connected computer. One of the hardware flow control lines (DTR) of the ATmega8U2 is connected to the reset line of the ATmega328 via a 100 nanofarad capacitor. When this line is asserted (taken low), the reset line drops long enough to reset the chip. The Arduino software uses this capability to allow you to upload code by simply pressing the upload button in the Arduino environment. This means that the bootloader can have a shorter timeout, as the lowering of DTR can be well-coordinated with the start of the upload.

This setup has other implications. When the Uno is connected to either a computer running Mac OS X or Linux, it resets each time a connection is made to it from software (via USB). For the following half-second or so, the bootloader is running on the Uno. While it is programmed to ignore malformed data (i.e. anything besides an upload of new code), it will intercept the first few bytes of data sent to the board after a connection is opened. If a sketch running on the board receives one-time configuration or other data when it first starts, make sure that the software with which it communicates waits a second after opening the connection and before sending this data.

The Uno contains a trace that can be cut to disable the auto-reset. The pads on either side of the trace can be soldered together to re-enable it. It's labeled "RESET-EN". You may also be able to disable the auto-reset by connecting a 110 ohm resistor from 5V to the reset line; see [this forum thread](#) for details.

USB Overcurrent Protection

The Arduino Uno has a resettable polyfuse that protects your computer's USB ports from shorts and overcurrent. Although most computers provide their own internal protection, the fuse provides an extra layer of protection. If more than 500 mA is applied to the USB port, the fuse will automatically break the connection until the short or overload is removed.

Physical Characteristics

The maximum length and width of the Uno PCB are 2.7 and 2.1 inches respectively, with the USB connector and power jack extending beyond the former dimension. Three screw holes allow the board to be attached to a surface or case. Note that the distance between digital pins 7 and 8 is 160 mil (0.16"), not an even multiple of the 100 mil spacing of the other pins.



radiospares

RADIONICS



How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, MaxMSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions. <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

Linux Install

Windows Install

Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

Blink led

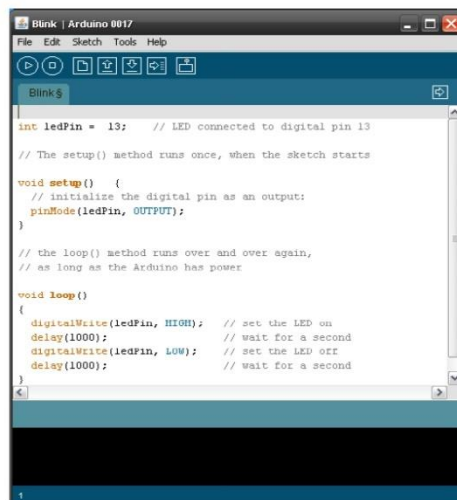
Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

**File>Sketchbook>
Arduino-0017>Examples>
Digital>Blink**

Once you have your sketch you'll see something very close to the screenshot on the right.

In **Tools>Board** select

Now you have to go to **Tools>SerialPort** and select the right serial port, the one arduino is attached to.





Done compiling.

Press Compile button
(to check for errors)



Upload



TX RX Flashing



Blinking Led!

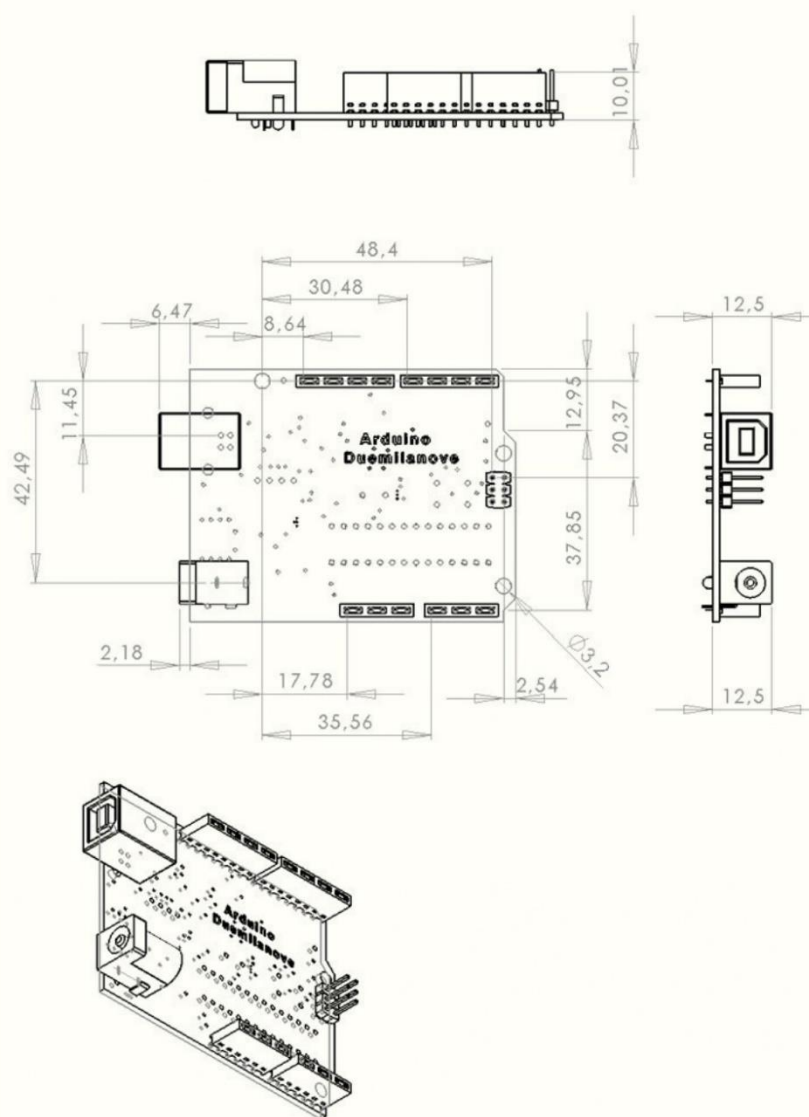


radiospares

RADIONICS



Dimensioned Drawing



radiospares

RADIONICS



Terms & Conditions



1. Warranties

1.1 The producer warrants that its products will conform to the Specifications. This warranty lasts for one (1) years from the date of the sale. The producer shall not be liable for any defects that are caused by neglect, misuse or mistreatment by the Customer, including improper installation or testing, or for any products that have been altered or modified in any way by a Customer. Moreover, The producer shall not be liable for any defects that result from Customer's design, specifications or instructions for such products. Testing and other quality control techniques are used to the extent the producer deems necessary.

1.2 If any products fail to conform to the warranty set forth above, the producer's sole liability shall be to replace such products. The producer's liability shall be limited to products that are determined by the producer not to conform to such warranty. If the producer elects to replace such products, the producer shall have a reasonable time to replacements. Replaced products shall be warranted for a new full warranty period.

1.3 EXCEPT AS SET FORTH ABOVE, PRODUCTS ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS." THE PRODUCER DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, REGARDING PRODUCTS, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO, ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

1.4 Customer agrees that prior to using any systems that include the producer products, Customer will test such systems and the functionality of the products as used in such systems. The producer may provide technical, applications or design advice, quality characterization, reliability data or other services. Customer acknowledges and agrees that providing these services shall not expand or otherwise alter the producer's warranties, as set forth above, and no additional obligations or liabilities shall arise from the producer providing such services.

1.5 The Arduino® products are not authorized for use in safety-critical applications where a failure of the product would reasonably be expected to cause severe personal injury or death. Safety-Critical Applications include, without limitation, life support devices and systems, equipment or systems for the operation of nuclear facilities and weapons systems. Arduino® products are neither designed nor intended for use in military or aerospace applications or environments and for automotive applications or environment. Customer acknowledges and agrees that any such use of Arduino® products which is solely at the Customer's risk, and that Customer is solely responsible for compliance with all legal and regulatory requirements in connection with such use.

1.6 Customer acknowledges and agrees that it is solely responsible for compliance with all legal, regulatory and safety-related requirements concerning its products and any use of Arduino® products in Customer's applications, notwithstanding any applications-related information or support that may be provided by the producer.

2. Indemnification

The Customer acknowledges and agrees to defend, indemnify and hold harmless the producer from and against any and all third-party losses, damages, liabilities and expenses it incurs to the extent directly caused by: (i) an actual breach by a Customer of the representation and warranties made under this terms and conditions or (ii) the gross negligence or willful misconduct by the Customer.

3. Consequential Damages Waiver

In no event the producer shall be liable to the Customer or any third parties for any special, collateral, indirect, punitive, incidental, consequential or exemplary damages in connection with or arising out of the products provided hereunder, regardless of whether the producer has been advised of the possibility of such damages. This section will survive the termination of the warranty period.

4. Changes to specifications

The producer may make changes to specifications and product descriptions at any time, without notice. The Customer must not rely on the absence or characteristics of any features or instructions marked "reserved" or "undefined." The producer reserves these for future definition and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not finalize a design with this information.



Environmental Policies



The producer of Arduino® has joined the Impatto Zero® policy of LifeGate.it. For each Arduino board produced is created / looked after half squared Km of Costa Rica's forest's.



radiospares

RADIONICS



Lampiran 3 Datasheet Relay 220V

OMRON

General Purpose Relay MK

- Exceptionally reliable general purpose relay.
- Long life (minimum 100,000 electrical operations) assured by silver contacts.
- Built-in operation indicator (mechanical, LED), diode surge suppression, Varistor surge suppression.
- The contact operation can be easily checked by mechanical indicator and/or push-to-test button options.
- Conforms to CENELEC standards.
- VDE approved versions available.



Ordering Information

To Order: Select the part number and add the desired coil voltage rating (e.g., MK3P5-S-AC120).

Type	Terminal	Coil	Contact form	Model	
				Mechanical indicator	Mechanical indicator & push-to-test button
Standard	Plug-in	AC/DC	DPDT	MK2P-I	MK2P-S
			3PDT	MK3P-5-I	MK3P-5-S
LED indicator			DPDT	MK2PN-I	MK2PN-S
			3PDT	MK3PN-5-I	MK3PN-5-S
LED indicator and diode		DC	DPDT	MK2PND-I	MK2PND-S
			3PDT	MK3PND-5-I	MK3PND-5-S
LED indicator and varistor		AC	DPDT	MK2PNV-I	MK2PNV-S
			3PDT	MK3PNV-5-I	MK3PNV-5-S
Diode		DC	DPDT	MK2PD-I	MK2PD-S
			3PDT	MK3PD-5-I	MK3PD-5-S
Varistor		AC	DPDT	MK2PV-I	MK2PV-S
			3PDT	MK3PV-5-I	MK3PV-5-S

Note: 1. Reverse polarity versions available on DC coil types. Consult your OMRON representative for further information.
2. VDE approved versions are available. Consult your OMRON representative for further information.

■ Accessories (Order separately)

To Order: Select the appropriate part numbers for sockets, clips, and mounting tracks (if required) from the available types chart.

Track Mounted Sockets

Relay type	Model		
	Socket	Relay hold-down clip	Mounting track/end plate
SPDT DPDT	PF083A-E	PFC-A1	PFP-100N or PFP-50N and PFP-M (end plate)
3PDT	PF113A-E	PFC-A1	PFP-100N or PFP-50N and PFP-M (end plate)

OMRON

■ Accessories (continued)

Back Connecting Sockets

Relay type	Model	
	Socket	Relay hold-down clip
SPDT	PL08	PLC-E
DPDT	PLE08-0	PLC-10
	PL08-Q	PLC-E
3PDT	PL11	PLC-E
	PLE11-0	PLC-10
	PL11-Q	PLC-E

Specifications

■ Contact Data

Load	Resistive load (p.f. = 1)		Inductive load (p.f. = 0.4)
	2 Pole	3 Pole	
Rated load	10 A at 250 VAC 10 A at 28 VDC	10 A at 120 VAC 10 A at 28 VDC 10 A at 250 VAC	7 A at 250 VAC
Contact material	Ag		
Carry current	10 A		
Max. operating voltage	250 VAC, 250 VDC		
Max. operating current	10 A		
Max. switching capacity	2,500 VA 280 W	2,500 VA/1,250 VA (NO/NC contacts) 280 W	1,750 VA
Min. permissible load	10 mA at 1 VDC		

■ Coil Data

AC

Rated voltage (VAC)	Rated current (mA) (at 60 Hz)	Coil resistance (Ω)	Coil inductance (Ref. value) (H)		Pick-up voltage	Dropout voltage	Maximum voltage	Power consumption (mW)
			Armature OFF	Armature ON				
6	360	3.9	0.0423	0.0201	80% max. Approx. 2.7 VA	30% min. (at 60 Hz) 25% min. (at 50 Hz)	110% max.	Approx. 2.3 VA (at 60 Hz) Approx. 2.7 VA (at 50 Hz)
12	180	16.3	0.3270	0.1666				
24	88.0	68.0	0.6940	0.3760				
50	39.0	338	3.195	1.530				
110	21.0	1240	13.45	7.32				
120	18.0	1578	15.04	7.19				
220	11.0	5090	49.73	27.02				
240	9.2	6737	58.62	32.07				

DC

Rated voltage (VDC)	Rated current (mA) (at 60 Hz)	Coil resistance (Ω)	Coil inductance (Ref. value) (H)		Pick-up voltage	Dropout voltage	Maximum voltage	Power consumption (mW)
			Armature OFF	Armature ON				
6	255	23.5	0.206	0.106	80% max. Approx. 2.7 VA	15% min.	110% max.	Approx. 1.5 W
12	126	95	0.963	0.449				
24	56	430	4.915	2.478				
48	29.5	1630	16.685	10.487				
110	15.1	7300	80.2	42.6				

Note: 1. The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C (73°F) with a tolerance of ±15% for DC rated current and +15%, -20% for AC rated current.

2. The rated current is reference value.

3. Performance characteristic data are measured at a coil temperature of 23°C (73°F).

4. For models with the LED indicator built-in, add an LED current of approximately 0 thru 5 mA to the rated current.

OMRON

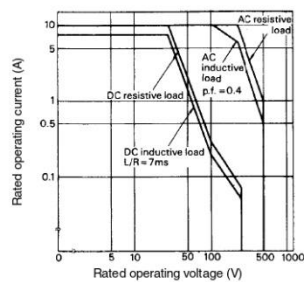
■ Characteristics

Contact resistance		50 mΩ max.
Operate time		AC: 20 ms max. DC: 30 ms max.
Release time		20 ms max.
Operating frequency	Mechanical	18,000 operations/hour
	Electrical	1,800 operations/hour (under rated load)
Insulation resistance		100 MΩ min. (at 500 VDC)
Dielectric strength		2,500 VAC, 50/60 Hz for 1 minute between coil and contacts 1,000 VAC, 50/60 Hz for 1 minute between contacts of same poles, between terminals of the same polarity 2,500 VAC, 50/60 Hz for 1 minute between current-carrying parts, noncurrent-carrying parts, and terminals of opposite polarity
Vibration	Mechanical durability	10 to 55 Hz, 1.50 mm (0.06 in) double amplitude
	Malfunction durability	10 to 55 Hz, 1.00 mm (0.04 in) double amplitude
Shock	Mechanical durability	1,000 m/s ² (approx. 100 G)
	Malfunction durability	100 m/s ² (approx. 10 G)
Ambient temperature		Operation: -10° to 40°C (14° to 104°F)
Humidity		35 to 85% RH
Service Life	Mechanical	10 million operations min. (at operating frequency of 18,000 operations/hour)
	Electrical	100,000 operations at rated load (at operating frequency of 1,800 operations/hour)
Weight		Approx. 0.85 g (3.0 oz)

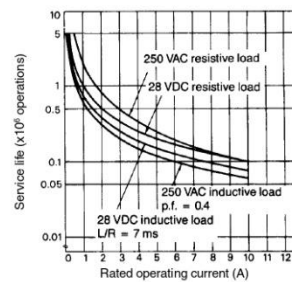
Note: Data shown are of initial value.

■ Characteristic Data

Maximum switching capacity
MK2P-S



Electrical service life
MK2P-S, MK3P5-S

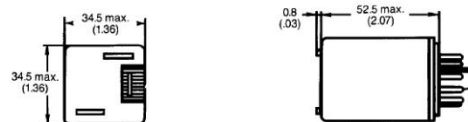


OMRON

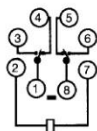
Dimensions

Unit: mm (inch)

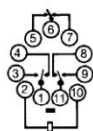
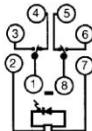
■ Relays



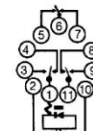
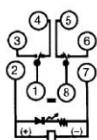
■ Terminal Arrangement (Bottom view)

Standard type (AC/DC coil)
MK2P-I, -S

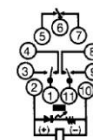
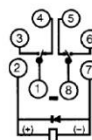
MK3P5-I, -S

LED indicator type (AC coil)
MK2PN-I, -S

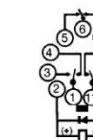
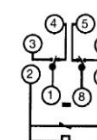
MK3PN-5-I, -S

LED indicator type (DC coil)
MK2PN-I, -S

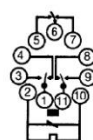
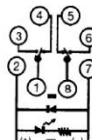
MK3PN-5-I, -S

Diode type (DC coil)
MK2PD-I, -S

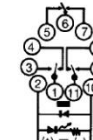
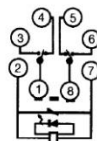
MK3PD-5-I, -S

Varsistor type (AC coil)
MK2PV-I, -S

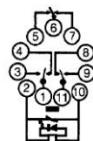
MK3PV-5-I, -S

LED indicator and diode type (DC coil)
MK2PND-I, -S

MK3PND-5-I, -S

LED indicator and Varsistor type (AC coil)
MK2PNV-I, -S

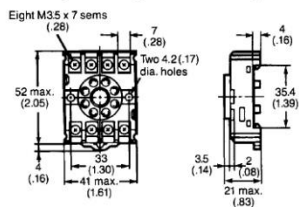
MK3PNV-5-I, -S



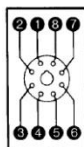
OMRON

■ Accessories

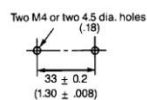
Track mounted socket PF083A-E (conforming to DIN EN 50022)



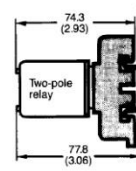
Terminal arrangement



Mounting holes

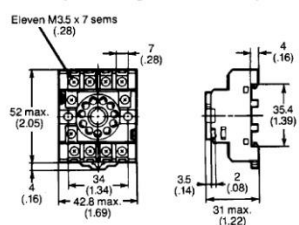


Mounting dimensions of relay with socket

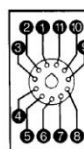


Note: Model PF083A-E can be used as a front connecting socket.

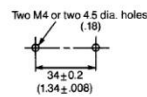
Track mounted socket PF113A-E (conforming to DIN EN 50022)



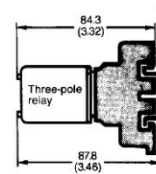
Terminal arrangement



Mounting holes



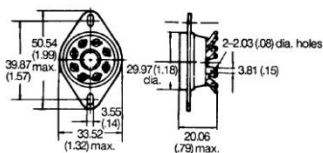
Mounting dimensions of relay with socket



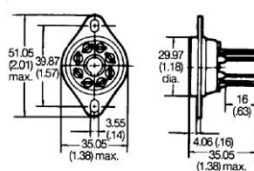
Note: Model PF113A-E can be used as a front connecting socket.

Back connecting socket MK2 sockets (8 pin)

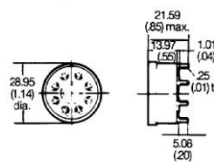
PL08 (UL File No. E87929)
Solder terminals



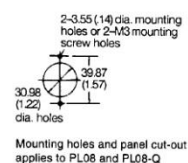
PL08-Q
Wire wrap terminals



Printed circuit
board socket
PLE08-0

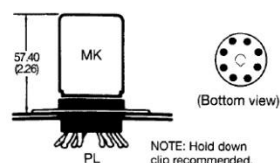


Mounting holes PL08



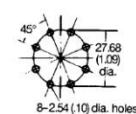
Mounting holes and panel cut-out
applies to PL08 and PL08-Q

PL08 type sockets and MK2 relay Total height dimension



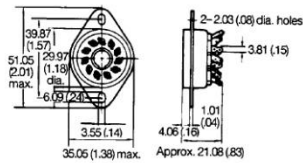
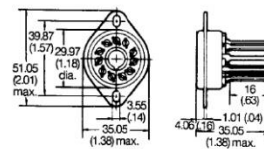
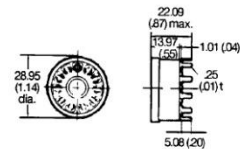
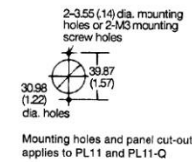
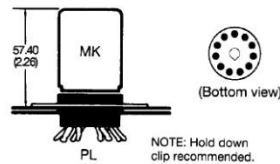
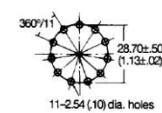
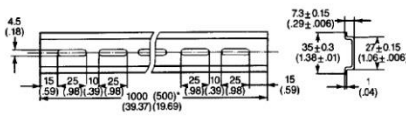
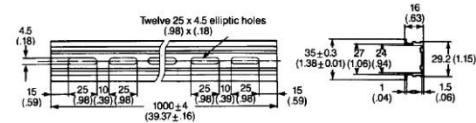
NOTE: Hold down
clip recommended.

Recommended PCB layout PLE08-0

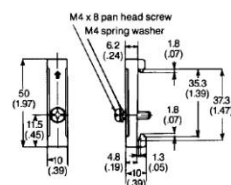


OMRON

Unit: mm (inch)

**Back connecting socket
MK3 sockets (11 pin)****PL11 (UL File No. E87929)
Solder terminals****PL11-Q
Wire wrap terminals****Printed circuit
board socket
PLE11-0****Mounting holes
PL11**Mounting holes and panel cut-out
applies to PL11 and PL11-Q**PL11 type sockets and MK3 relay
Total height dimension**NOTE: Hold down
clip recommended.**Recommended PCB layout
PLE11-0****Mounting tracks****PFP-100N/PFP-50N
(conforming to DIN EN 500022)****PFP-100N2
(conforming to DIN EN 500022)****Note:** 1. *This dimension applies to mounting track PFP-50N.

2. A total of twelve 25 x 4.50 mm (0.98 x 0.18 in) elliptic holes is provided with six holes cut from each rail end at a pitch of 10 mm (0.39 in) holes.

PFP-M end plate**Note:** Use of Type PFP-M end plate is recommended to secure the socket on the mounting track. Be sure that the engraved arrow mark on the surface of the end plate faces upward and then tighten the screw firmly with a screwdriver.

OMRON

■ Approvals

UL (File No. E41515)/CSA (File Nos. LR41408 and LR335535)

Type	Contact form	Coil ratings	Contact ratings
MK2P-I, -S	DPDT	6 to 250 VAC 6 to 110 VDC	10 A, 250 VAC, Resistive
			10 A, 28 VDC, Resistive
			7 A, 250 VAC, Inductive
MK3P5-I, -S	3PDT	6 to 250 VAC 6 to 110 VDC	10 A, 120 VAC, Resistive
			10 A, 28 VDC, Resistive
			10 A, 250 VAC, Resistive
			7 A, 250 VAC, Inductive

SEV, DEMKO

Type	Contact form	Coil ratings	Contact ratings
MK2P-I, -S	DPDT	6 to 110 VDC	10 A, 250 VAC (NO) ($\cos\phi = 1$)
			5 A, 250 VAC (NC) ($\cos\phi = 1$)
			10 A, 280 VDC (NO)
MK3P5-I, -S	3PDT	6 to 240 VAC	5 A, 280 VDC (NC)
			7 A, 250 VAC ($\cos\phi = 0.4$)

TUV (File No. R9051410)

Type	Contact form	Coil ratings	Contact ratings
MK2P-I, -S	DPDT	6, 12, 24, 48, 100, 110 VDC	10 A, 250 VAC (NO) ($\cos\phi = 1$)
			5 A, 250 VAC (NC) ($\cos\phi = 1$)
			10 A, 280 VDC (NO)
MK3P5-I, -S	3PDT	6, 12, 24, 50, 110, 115, 120, 200, 220, 230, 240 VAC	5 A, 280 VDC (NC)
			7 A, 250 VAC ($\cos\phi = 0.4$)

Note: 1. The rated values approved by each of the safety standards (e.g., UL and CSA) may be different from the performance characteristics individually defined in this catalog.

2. VDE, Nemko and Semko versions are available. Please consult your OMRON representative for further information.
3. In the interest of product improvement, specifications are subject to change.

OMRON

ALL DIMENSIONS SHOWN ARE IN MILLIMETERS. To convert millimeters into inches, divide by 25.4

OMRON

OMRON ELECTRONICS LLC
One Commerce Drive
Schaumburg, IL 60173
847-882-2288

OMRON CANADA, INC.
885 Milner Avenue
Toronto, Ontario M1B 5V8
416-286-6465

OMRON ON-LINE
Global - <http://www.omron.com>
USA - <http://www.omron.com/oei>
Canada - <http://www.omron.ca>

Cat. No. GC RLY8

5/03

Specifications subject to change without notice

Printed in USA

General Purpose Relay **MK**

8

Lampiran 4 Datasheet ACS712



ACS712

Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor

Features and Benefits

- Low-noise analog signal path
- Device bandwidth is set via the new FILTER pin
- 5 μ s output rise time in response to step input current
- 80 kHz bandwidth
- Total output error 1.5% at $T_A = 25^\circ\text{C}$
- Small footprint, low-profile SOIC8 package
- 1.2 m Ω internal conductor resistance
- 2.1 kVRMS minimum isolation voltage from pins 1-4 to pins 5-8
- 5.0 V, single supply operation
- 66 to 185 mV/A output sensitivity
- Output voltage proportional to AC or DC currents
- Factory-trimmed for accuracy
- Extremely stable output offset voltage
- Nearly zero magnetic hysteresis
- Ratiometric output from supply voltage



Package: 8 Lead SOIC (suffix LC)



Approximate Scale 1:1

Description

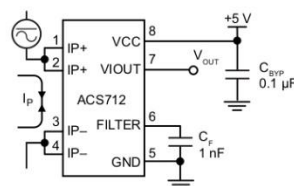
The Allegro® ACS712 provides economical and precise solutions for AC or DC current sensing in industrial, commercial, and communications systems. The device package allows for easy implementation by the customer. Typical applications include motor control, load detection and management, switch-mode power supplies, and overcurrent fault protection. The device is not intended for automotive applications.

The device consists of a precise, low-offset, linear Hall circuit with a copper conduction path located near the surface of the die. Applied current flowing through this copper conduction path generates a magnetic field which the Hall IC converts into a proportional voltage. Device accuracy is optimized through the close proximity of the magnetic signal to the Hall transducer. A precise, proportional voltage is provided by the low-offset, chopper-stabilized BiCMOS Hall IC, which is programmed for accuracy after packaging.

The output of the device has a positive slope ($>V_{IOUT(0)}$) when an increasing current flows through the primary copper conduction path (from pins 1 and 2, to pins 3 and 4), which is the path used for current sampling. The internal resistance of this conductive path is 1.2 m Ω typical, providing low power loss. The thickness of the copper conductor allows survival of

Continued on the next page...

Typical Application



Application 1. The ACS712 outputs an analog signal, V_{OUT} , that varies linearly with the uni- or bi-directional AC or DC primary sampled current, I_P , within the range specified. C_F is recommended for noise management, with values that depend on the application.

ACS712

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

Description (continued)

the device at up to 5× overcurrent conditions. The terminals of the conductive path are electrically isolated from the signal leads (pins 5 through 8). This allows the ACS712 to be used in applications requiring electrical isolation without the use of opto-isolators or other costly isolation techniques.

The ACS712 is provided in a small, surface mount SOIC8 package. The leadframe is plated with 100% matte tin, which is compatible with standard lead (Pb) free printed circuit board assembly processes. Internally, the device is Pb-free, except for flip-chip high-temperature Pb-based solder balls, currently exempt from RoHS. The device is fully calibrated prior to shipment from the factory.

Selection Guide

Part Number	Packing*	T _A (°C)	Optimized Range, I _P (A)	Sensitivity, Sens (Typ) (mV/A)
ACS712ELCTR-05B-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±5	185
ACS712ELCTR-20A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±20	100
ACS712ELCTR-30A-T	Tape and reel, 3000 pieces/reel	-40 to 85	±30	66

*Contact Allegro for additional packing options.

Absolute Maximum Ratings

Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Units
Supply Voltage	V _{CC}		8	V
Reverse Supply Voltage	V _{RCC}		-0.1	V
Output Voltage	V _{IOUT}		8	V
Reverse Output Voltage	V _{RIOUT}		-0.1	V
Output Current Source	I _{IOUT(SOURCE)}		3	mA
Output Current Sink	I _{IOUT(SINK)}		10	mA
Overcurrent Transient Tolerance	I _P	1 pulse, 100 ms	100	A
Nominal Operating Ambient Temperature	T _A	Range E	-40 to 85	°C
Maximum Junction Temperature	T _{J(max)}		165	°C
Storage Temperature	T _{stg}		-65 to 170	°C

Isolation Characteristics

Characteristic	Symbol	Notes	Rating	Unit
Dielectric Strength Test Voltage*	V _{ISO}	Agency type-tested for 60 seconds per UL standard 60950-1, 1st Edition	2100	VAC
Working Voltage for Basic Isolation	V _{WFSI}	For basic (single) isolation per UL standard 60950-1, 1st Edition	354	VDC or V _{pk}
Working Voltage for Reinforced Isolation	V _{WFRI}	For reinforced (double) isolation per UL standard 60950-1, 1st Edition	184	VDC or V _{pk}

* Allegro does not conduct 60-second testing. It is done only during the UL certification process.

Parameter	Specification
Fire and Electric Shock	CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1-03 UL 60950-1:2003 EN 60950-1:2001

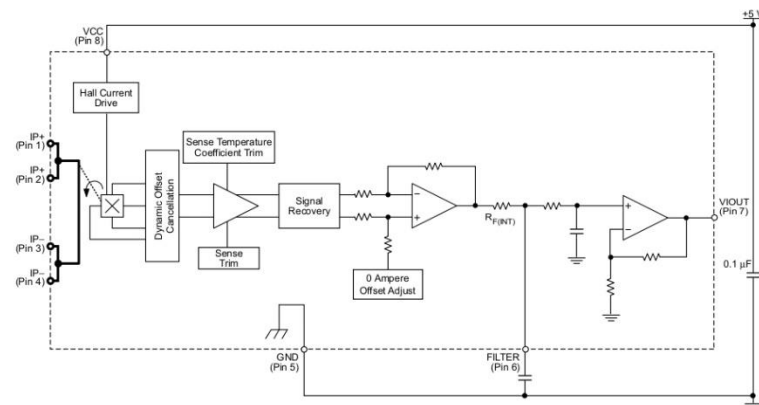


Allegro MicroSystems, LLC
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000, www.allegromicro.com

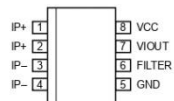
ACS712

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

Functional Block Diagram



Pin-out Diagram



Terminal List Table

Number	Name	Description
1 and 2	IP+	Terminals for current being sampled; fused internally
3 and 4	IP-	Terminals for current being sampled; fused internally
5	GND	Signal ground terminal
6	FILTER	Terminal for external capacitor that sets bandwidth
7	VIOUT	Analog output signal
8	VCC	Device power supply terminal



Allegro Microsystems, LLC
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000, www.allegromicro.com

ACS712

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

COMMON OPERATING CHARACTERISTICS¹ over full range of T_A , $C_F = 1$ nF, and $V_{CC} = 5$ V, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
ELECTRICAL CHARACTERISTICS						
Supply Voltage	V_{CC}		4.5	5.0	5.5	V
Supply Current	I_{CC}	$V_{CC} = 5.0$ V, output open	—	10	13	mA
Output Capacitance Load	C_{LOAD}	V _{IOUT} to GND	—	—	10	nF
Output Resistive Load	R_{LOAD}	V _{IOUT} to GND	4.7	—	—	kΩ
Primary Conductor Resistance	$R_{PRIMARY}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$	—	1.2	—	mΩ
Rise Time	t_r	$I_P = I_P(\text{max})$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $C_{OUT} = \text{open}$	—	3.5	—	μs
Frequency Bandwidth	f	−3 dB, $T_A = 25^\circ\text{C}$; I_P is 10 A peak-to-peak	—	80	—	kHz
Nonlinearity	E_{LIN}	Over full range of I_P	—	1.5	—	%
Symmetry	E_{SYM}	Over full range of I_P	98	100	102	%
Zero Current Output Voltage	$V_{IOUT(Q)}$	Bidirectional; $I_P = 0$ A, $T_A = 25^\circ\text{C}$	—	$V_{CC} \times 0.5$	—	V
Power-On Time	t_{PO}	Output reaches 90% of steady-state level, $T_J = 25^\circ\text{C}$, 20 A present on leadframe	—	35	—	μs
Magnetic Coupling ²			—	12	—	G/A
Internal Filter Resistance ³	$R_{F(INT)}$			1.7		kΩ

¹Device may be operated at higher primary current levels, I_P , and ambient, T_A , and internal leadframe temperatures, T_A , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_J(\text{max})$, is not exceeded.

²1 G = 0.1 mT.

³ $R_{F(INT)}$ forms an RC circuit via the FILTER pin.

COMMON THERMAL CHARACTERISTICS¹

			Min.	Typ.	Max.	Units
Operating Internal Leadframe Temperature	T_A	E range	−40	—	85	$^\circ\text{C}$
					Value	Units
Junction-to-Lead Thermal Resistance ²	$R_{\theta JL}$	Mounted on the Allegro ASEK 712 evaluation board			5	$^\circ\text{C/W}$
Junction-to-Ambient Thermal Resistance	$R_{\theta JA}$	Mounted on the Allegro 85-0322 evaluation board, includes the power consumed by the board			23	$^\circ\text{C/W}$

¹Additional thermal information is available on the Allegro website.

²The Allegro evaluation board has 1500 mm² of 2 oz. copper on each side, connected to pins 1 and 2, and to pins 3 and 4, with thermal vias connecting the layers. Performance values include the power consumed by the PCB. Further details on the board are available from the Frequently Asked Questions document on our website. Further information about board design and thermal performance also can be found in the Applications Information section of this datasheet.



Allegro MicroSystems, LLC
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000, www.allegromicro.com

ACS712

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

x05B PERFORMANCE CHARACTERISTICS¹ $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C , $C_F = 1\text{ nF}$, and $V_{CC} = 5\text{ V}$, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	I_P		-5	—	5	A
Sensitivity	Sens	Over full range of I_P , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	180	185	190	mV/A
Noise	$V_{\text{NOISE(PP)}}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, 185 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$, $C_{\text{OUT}} = \text{open}$, 2 kHz bandwidth	—	21	—	mV
Zero Current Output Slope	$\Delta V_{\text{OUT(Q)}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C	—	-0.26	—	mV/ $^{\circ}\text{C}$
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	—	-0.08	—	mV/ $^{\circ}\text{C}$
Sensitivity Slope	ΔSens	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C	—	0.054	—	mV/A/ $^{\circ}\text{C}$
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	—	-0.008	—	mV/A/ $^{\circ}\text{C}$
Total Output Error ²	E_{TOT}	$I_P = \pm 5\text{ A}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	—	± 1.5	—	%

¹Device may be operated at higher primary current levels, I_P , and ambient temperatures, T_A , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_{J(\text{max})}$, is not exceeded.

²Percentage of I_P with $I_P = 5\text{ A}$. Output filtered.

x20A PERFORMANCE CHARACTERISTICS¹ $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C , $C_F = 1\text{ nF}$, and $V_{CC} = 5\text{ V}$, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	I_P		-20	—	20	A
Sensitivity	Sens	Over full range of I_P , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	96	100	104	mV/A
Noise	$V_{\text{NOISE(PP)}}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, 100 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$, $C_{\text{OUT}} = \text{open}$, 2 kHz bandwidth	—	11	—	mV
Zero Current Output Slope	$\Delta V_{\text{OUT(Q)}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C	—	-0.34	—	mV/ $^{\circ}\text{C}$
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	—	-0.07	—	mV/ $^{\circ}\text{C}$
Sensitivity Slope	ΔSens	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C	—	0.017	—	mV/A/ $^{\circ}\text{C}$
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	—	-0.004	—	mV/A/ $^{\circ}\text{C}$
Total Output Error ²	E_{TOT}	$I_P = \pm 20\text{ A}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	—	± 1.5	—	%

¹Device may be operated at higher primary current levels, I_P , and ambient temperatures, T_A , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_{J(\text{max})}$, is not exceeded.

²Percentage of I_P with $I_P = 20\text{ A}$. Output filtered.

x30A PERFORMANCE CHARACTERISTICS¹ $T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 85°C , $C_F = 1\text{ nF}$, and $V_{CC} = 5\text{ V}$, unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Units
Optimized Accuracy Range	I_P		-30	—	30	A
Sensitivity	Sens	Over full range of I_P , $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	63	66	69	mV/A
Noise	$V_{\text{NOISE(PP)}}$	Peak-to-peak, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$, 66 mV/A programmed Sensitivity, $C_F = 47\text{ nF}$, $C_{\text{OUT}} = \text{open}$, 2 kHz bandwidth	—	7	—	mV
Zero Current Output Slope	$\Delta V_{\text{OUT(Q)}}$	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C	—	-0.35	—	mV/ $^{\circ}\text{C}$
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	—	-0.08	—	mV/ $^{\circ}\text{C}$
Sensitivity Slope	ΔSens	$T_A = -40^{\circ}\text{C}$ to 25°C	—	0.007	—	mV/A/ $^{\circ}\text{C}$
		$T_A = 25^{\circ}\text{C}$ to 150°C	—	-0.002	—	mV/A/ $^{\circ}\text{C}$
Total Output Error ²	E_{TOT}	$I_P = \pm 30\text{ A}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$	—	± 1.5	—	%

¹Device may be operated at higher primary current levels, I_P , and ambient temperatures, T_A , provided that the Maximum Junction Temperature, $T_{J(\text{max})}$, is not exceeded.

²Percentage of I_P with $I_P = 30\text{ A}$. Output filtered.



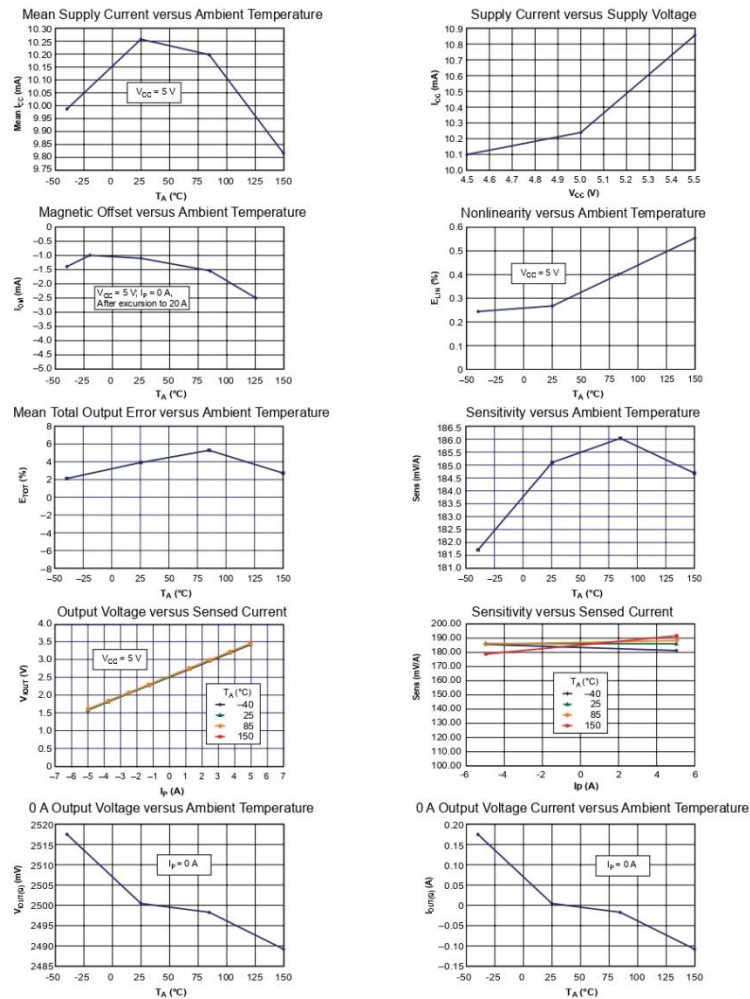
Allegro MicroSystems, LLC
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000, www.allegromicro.com

ACS712

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

Characteristic Performance

$I_p = 5\text{ A}$, unless otherwise specified



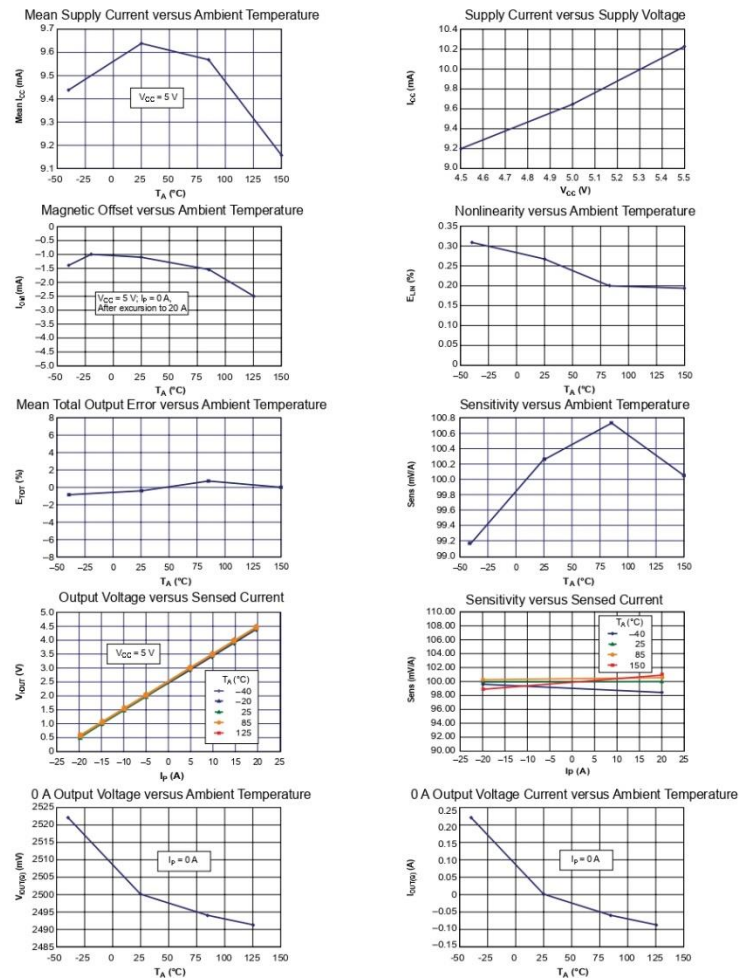
Allegro Microsystems, LLC
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000, www.allegromicro.com

ACS712

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

Characteristic Performance

$I_p = 20$ A, unless otherwise specified



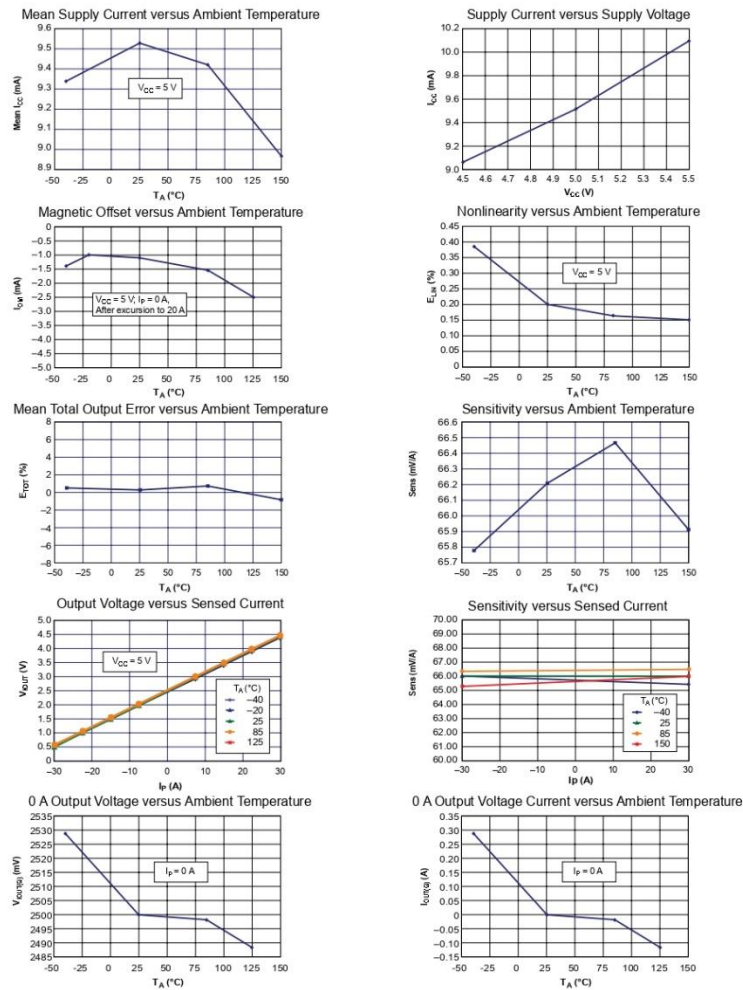
Allegro Microsystems, LLC
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000, www.allegromicro.com

ACS712

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

Characteristic Performance

$I_p = 30$ A, unless otherwise specified



Allegro Microsystems, LLC
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000, www.allegromicro.com

ACS712

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

Definitions of Accuracy Characteristics

Sensitivity (Sens). The change in device output in response to a 1 A change through the primary conductor. The sensitivity is the product of the magnetic circuit sensitivity (G/A) and the linear IC amplifier gain (mV/G). The linear IC amplifier gain is programmed at the factory to optimize the sensitivity (mV/A) for the full-scale current of the device.

Noise (V_{NOISE}). The product of the linear IC amplifier gain (mV/G) and the noise floor for the Allegro Hall effect linear IC (≈ 1 G). The noise floor is derived from the thermal and shot noise observed in Hall elements. Dividing the noise (mV) by the sensitivity (mV/A) provides the smallest current that the device is able to resolve.

Linearity (E_{LIN}). The degree to which the voltage output from the IC varies in direct proportion to the primary current through its full-scale amplitude. Nonlinearity in the output can be attributed to the saturation of the flux concentrator approaching the full-scale current. The following equation is used to derive the linearity:

$$100 \left\{ 1 - \left[\frac{\Delta \text{gain} \times \% \text{ sat} (V_{\text{IOUT_full-scale amperes}} - V_{\text{IOUT(Q)}})}{2 (V_{\text{IOUT_half-scale amperes}} - V_{\text{IOUT(Q)}})} \right] \right\}$$

where $V_{\text{IOUT_full-scale amperes}}$ = the output voltage (V) when the sampled current approximates full-scale $\pm I_P$.

Symmetry (E_{SYM}). The degree to which the absolute voltage output from the IC varies in proportion to either a positive or negative full-scale primary current. The following formula is used to derive symmetry:

$$100 \left(\frac{V_{\text{IOUT_+ full-scale amperes}} - V_{\text{IOUT(Q)}}}{V_{\text{IOUT(Q)}} - V_{\text{IOUT_full-scale amperes}}} \right)$$

Quiescent output voltage ($V_{\text{IOUT(Q)}}$). The output of the device when the primary current is zero. For a unipolar supply voltage, it nominally remains at $V_{\text{CC}}/2$. Thus, $V_{\text{CC}} = 5$ V translates into $V_{\text{IOUT(Q)}} = 2.5$ V. Variation in $V_{\text{IOUT(Q)}}$ can be attributed to the resolution of the Allegro linear IC quiescent voltage trim and thermal drift.

Electrical offset voltage (V_{OE}). The deviation of the device output from its ideal quiescent value of $V_{\text{CC}}/2$ due to nonmagnetic causes. To convert this voltage to amperes, divide by the device sensitivity, Sens.

Accuracy (E_{TOT}). The accuracy represents the maximum deviation of the actual output from its ideal value. This is also known as the total output error. The accuracy is illustrated graphically in the output voltage versus current chart at right.

Accuracy is divided into four areas:

- **0 A at 25°C.** Accuracy at the zero current flow at 25°C, without the effects of temperature.
- **0 A over Δ temperature.** Accuracy at the zero current flow including temperature effects.
- **Full-scale current at 25°C.** Accuracy at the full-scale current at 25°C, without the effects of temperature.
- **Full-scale current over Δ temperature.** Accuracy at the full-scale current flow including temperature effects.

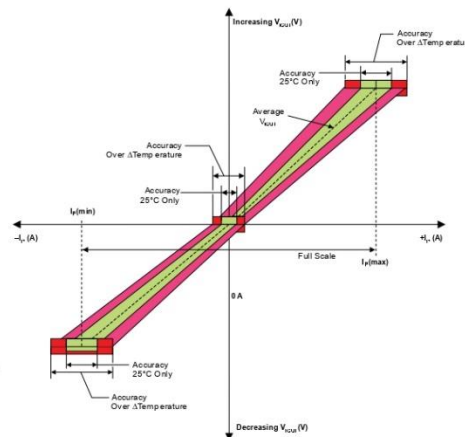
Ratiometry. The ratiometric feature means that its 0 A output, $V_{\text{IOUT(Q)}}$, (nominally equal to $V_{\text{CC}}/2$) and sensitivity, Sens, are proportional to its supply voltage, V_{CC} . The following formula is used to derive the ratiometric change in 0 A output voltage, $\Delta V_{\text{IOUT(Q)RAT}}$ (%).

$$100 \left(\frac{V_{\text{IOUT(Q)}/V_{\text{CC}}} / V_{\text{IOUT(Q)}/5\text{V}}}{V_{\text{CC}} / 5\text{V}} \right)$$

The ratiometric change in sensitivity, $\Delta \text{Sens}_{\text{RAT}}$ (%), is defined as:

$$100 \left(\frac{\text{Sens}_{V_{\text{CC}}} / \text{Sens}_{5\text{V}}}{V_{\text{CC}} / 5\text{V}} \right)$$

**Output Voltage versus Sampled Current
Accuracy at 0 A and at Full-Scale Current**



Allegro Microsystems, LLC
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000, www.allegromicro.com

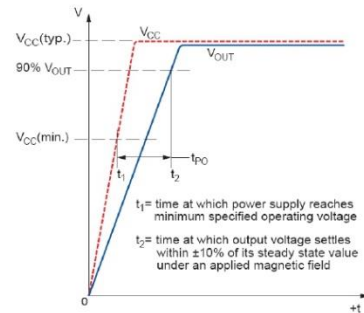
ACS712

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

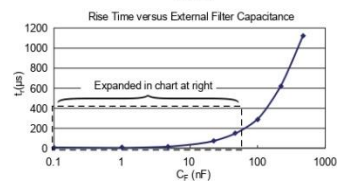
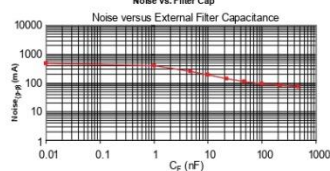
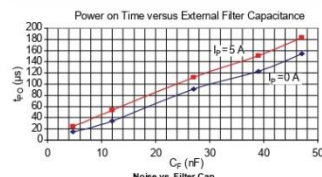
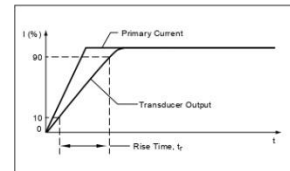
Definitions of Dynamic Response Characteristics

Power-On Time (t_{PO}). When the supply is ramped to its operating voltage, the device requires a finite time to power its internal components before responding to an input magnetic field.

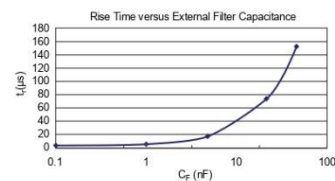
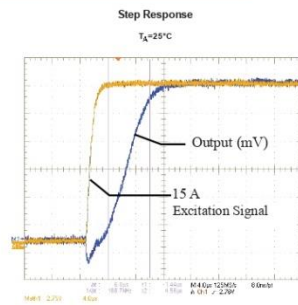
Power-On Time, t_{PO} , is defined as the time it takes for the output voltage to settle within $\pm 10\%$ of its steady state value under an applied magnetic field, after the power supply has reached its minimum specified operating voltage, $V_{CC(min)}$, as shown in the chart at right.



Rise time (t_r). The time interval between a) when the device reaches 10% of its full scale value, and b) when it reaches 90% of its full scale value. The rise time to a step response is used to derive the bandwidth of the device, in which $f(-3 \text{ dB}) = 0.35 / t_r$. Both t_r and $t_{RESPONSE}$ are detrimentally affected by eddy current losses observed in the conductive IC ground plane.



C_F (nF)	t_r (μs)
Open	3.5
1	5.6
4.7	17.5
22	73.5
47	88.2
100	291.3
220	623
470	1120



Allegro Microsystems, LLC
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000, www.allegromicro.com

ACS712

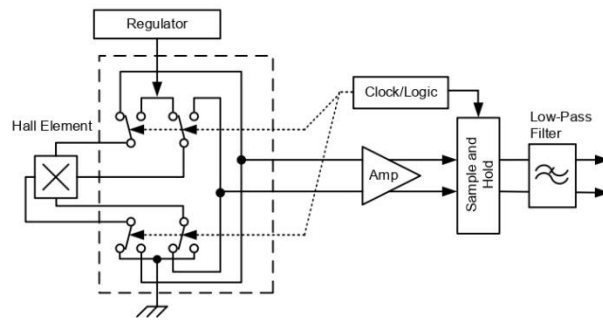
*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

Chopper Stabilization Technique

Chopper Stabilization is an innovative circuit technique that is used to minimize the offset voltage of a Hall element and an associated on-chip amplifier. Allegro patented a Chopper Stabilization technique that nearly eliminates Hall IC output drift induced by temperature or package stress effects. This offset reduction technique is based on a signal modulation-demodulation process. Modulation is used to separate the undesired DC offset signal from the magnetically induced signal in the frequency domain. Then, using a low-pass filter, the modulated DC offset is suppressed while the magnetically induced signal passes through

the filter. As a result of this chopper stabilization approach, the output voltage from the Hall IC is desensitized to the effects of temperature and mechanical stress. This technique produces devices that have an extremely stable Electrical Offset Voltage, are immune to thermal stress, and have precise recoverability after temperature cycling.

This technique is made possible through the use of a BiCMOS process that allows the use of low-offset and low-noise amplifiers in combination with high-density logic integration and sample and hold circuits.



Concept of Chopper Stabilization Technique

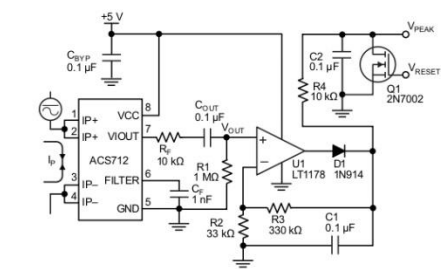


Allegro Microsystems, LLC
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000, www.allegromicro.com

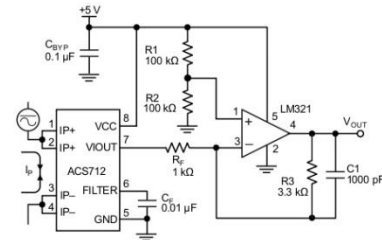
ACS712

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

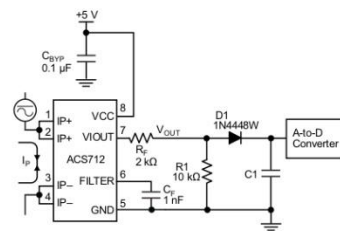
Typical Applications



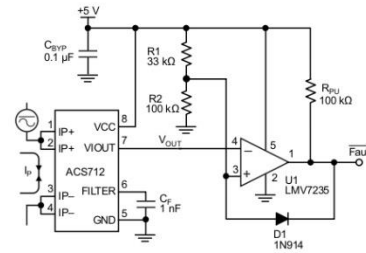
Application 2. Peak Detecting Circuit



Application 3. This configuration increases gain to 610 mV/A (tested using the ACS712ELC-05A).



Application 4. Rectified Output. 3.3 V scaling and rectification application for A-to-D converters. Replaces current transformer solutions with simpler ACS circuit. C1 is a function of the load resistance and filtering desired. R1 can be omitted if the full range is desired.



Application 5. 10 A Overcurrent Fault Latch. Fault threshold set by R1 and R2. This circuit latches an overcurrent fault and holds it until the 5 V rail is powered down.



Allegro Microsystems, LLC
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000, www.allegromicro.com

ACS712

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

Improving Sensing System Accuracy Using the FILTER Pin

In low-frequency sensing applications, it is often advantageous to add a simple RC filter to the output of the device. Such a low-pass filter improves the signal-to-noise ratio, and therefore the resolution, of the device output signal. However, the addition of an RC filter to the output of a sensor IC can result in undesirable device output attenuation — even for DC signals.

Signal attenuation, ΔV_{ATT} , is a result of the resistive divider effect between the resistance of the external filter, R_F (see Application 6), and the input impedance and resistance of the customer interface circuit, R_{INTFC} . The transfer function of this resistive divider is given by:

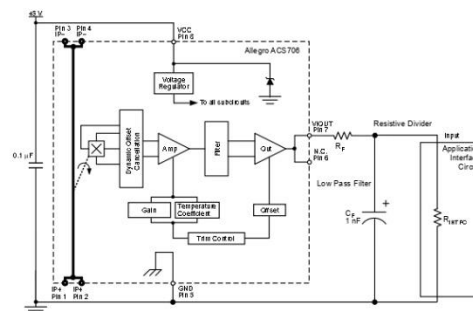
$$\Delta V_{ATT} = V_{OUT} \left(\frac{R_{INTFC}}{R_F + R_{INTFC}} \right)$$

Even if R_F and R_{INTFC} are designed to match, the two individual resistance values will most likely drift by different amounts over

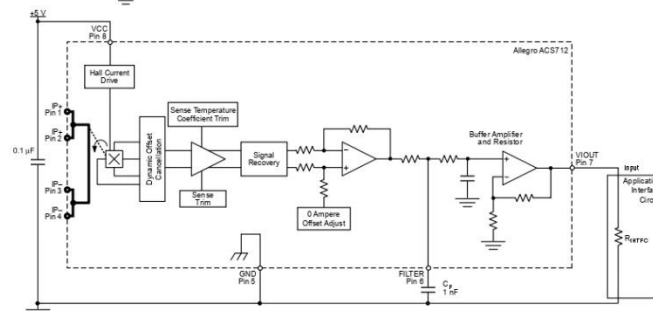
temperature. Therefore, signal attenuation will vary as a function of temperature. Note that, in many cases, the input impedance, R_{INTFC} , of a typical analog-to-digital converter (ADC) can be as low as 10 k Ω .

The ACS712 contains an internal resistor, a FILTER pin connection to the printed circuit board, and an internal buffer amplifier. With this circuit architecture, users can implement a simple RC filter via the addition of a capacitor, C_F (see Application 7) from the FILTER pin to ground. The buffer amplifier inside of the ACS712 (located after the internal resistor and FILTER pin connection) eliminates the attenuation caused by the resistive divider effect described in the equation for ΔV_{ATT} . Therefore, the ACS712 device is ideal for use in high-accuracy applications that cannot afford the signal attenuation associated with the use of an external RC low-pass filter.

Application 6. When a low pass filter is constructed externally to a standard Hall effect device, a resistive divider may exist between the filter resistor, R_F , and the resistance of the customer interface circuit, R_{INTFC} . This resistive divider will cause excessive attenuation, as given by the transfer function for ΔV_{ATT} .



Application 7. Using the FILTER pin provided on the ACS712 eliminates the attenuation effects of the resistor divider between R_F and R_{INTFC} , shown in Application 6.

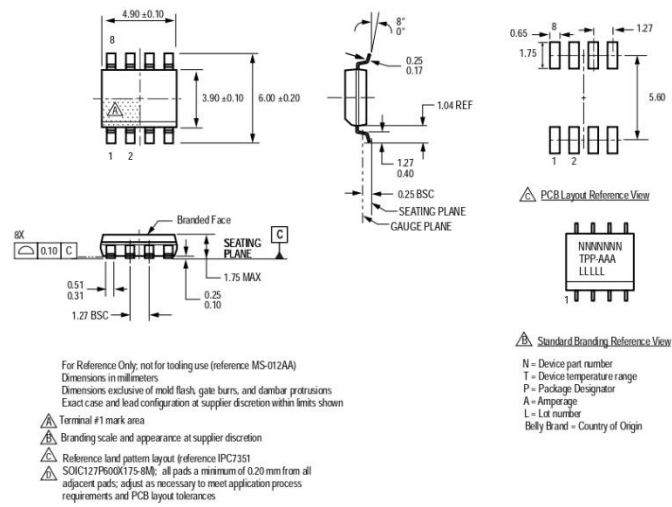


Allegro MicroSystems, LLC
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000, www.allegromicro.com

ACS712

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

Package LC, 8-pin SOIC



Allegro Microsystems, LLC
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000, www.allegromicro.com

ACS712

*Fully Integrated, Hall Effect-Based Linear Current Sensor IC
with 2.1 kVRMS Isolation and a Low-Resistance Current Conductor*

Revision History

Revision	Revision Date	Description of Revision
Rev. 15	November 16, 2012	Update rise time and isolation, I _{OUT} reference data, patents

Copyright ©2006-2013, Allegro MicroSystems, LLC

The products described herein are protected by U.S. patents: 5,621,319; 7,598,601; and 7,709,754.

Allegro MicroSystems, LLC reserves the right to make, from time to time, such departures from the detail specifications as may be required to permit improvements in the performance, reliability, or manufacturability of its products. Before placing an order, the user is cautioned to verify that the information being relied upon is current.

Allegro's products are not to be used in life support devices or systems, if a failure of an Allegro product can reasonably be expected to cause the failure of that life support device or system, or to affect the safety or effectiveness of that device or system.

The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, Allegro MicroSystems, LLC assumes no responsibility for its use; nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use.

For the latest version of this document, visit our website:

www.allegromicro.com



Allegro MicroSystems, LLC
115 Northeast Cutoff
Worcester, Massachusetts 01615-0036 U.S.A.
1.508.853.5000, www.allegromicro.com