

HALAMAN JUDUL

**PENGONTROLAN KEPALA ROBOT
DENGAN GERAKAN MANUSIA**

PROYEK AKHIR

Laporan Akhir Ini Dibuat Untuk Memenuhi Proyek Akhir Sebagai Salah Satu Syarat Kelulusan Diploma III Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung



Disusun Oleh:

ILHAM FACHRUL ROZY

NIRM: 0031641

VINA FI RIZQI

NIRM: 0031660

**POLITEKNIK MANUFAKTUR NEGERI
BANGKA BELITUNG
TAHUN 2019**

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL PROYEK AKHIR

PENGONTROLAN KEPALA ROBOT DENGAN GERAKAN MANUSIA

Oleh:

Ilham Fachrul Rozy

0031641


Vina Fi Rizqi

0031660

Laporan akhir ini telah disetujui dan disahkan sebagai salah satu syarat kelulusan
Program Diploma III politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung

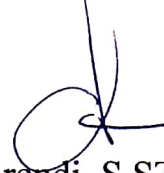
Menyetujui,

Pembimbing 1



I Made Andik Setiawan, Ph.D

Pembimbing 2



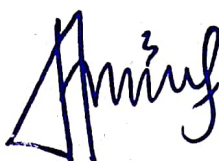
Ocsirendi, S.ST., M.T

Penguji 1



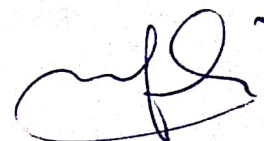
Irwan, M.Sc., Ph.D

Penguji 2



Nofriyani, M.T

Penguji 3



Dr. Parulian Silalahi, M.Pd

PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa 1 : Ilham Fachrul Rozy NIRM : 0031641

Nama Mahasiswa 2 : Vina Fi Rizqi NIRM : 0031660

Dengan judul : Pengontrolan Kepala Robot dengan Gerakan Manusia

Menyatakan bahwa laporan akhir ini adalah hasil kerja kami sendiri dan bukan merupakan plagiat. Pernyataan ini kami buat dengan sebenarnya dan bila ternyata dikemudian hari ternyata melanggar pernyataan ini, kami bersedia menerima sanksi yang berlaku.

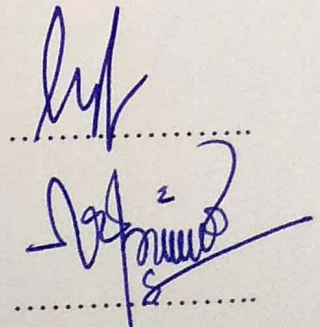
Sungailiat, 8 Mei 2019

Nama Mahasiswa

1. Ilham Fachrul Rozy

2. Vina Fi Rizqi

Tanda Tangan



Handwritten signatures of the two students, Ilham Fachrul Rozy and Vina Fi Rizqi, positioned above dotted lines. The signature of Ilham Fachrul Rozy is on the top line, and the signature of Vina Fi Rizqi is on the bottom line.

ABSTRAK

Pada perkembangan teknologi elektronika, robot digunakan dalam dunia industri juga digunakan untuk menggantikan pekerjaan manusia yang berat, presisi, aman dan berulang-ulang. Seiring berkembangnya waktu, para ilmuwan menciptakan robot mirip manusia atau yang disebut humanoid karena terinspirasi oleh perilaku manusia dan berharap robot tersebut dapat melakukan pekerjaan menyerupai manusia. Pada sebuah penelitian, robot berhasil mengikuti gerakan tangan seorang manusia. Sementara itu, terdapat bagian robot lainnya yang dapat dikembangkan yaitu bagian kepala robot yang dapat bergerak maksimal tiga aksis, yaitu gerakan memutar ke kanan-kiri atau sumbu x, memutar ke atas-bawah atau sumbu y dan memutar secara diagonal atau pada sumbu z. Bagian kepala robot dapat diaplikasikan mengikuti gerakan manusia atau seorang operator, contohnya pada robot pengintai. Pada proyek akhir ini dibuat suatu kepala robot yang pergerakannya dapat meniru gerakan seorang operator sebanyak dua aksis(memutar ke kanan- kiri dan memutar ke atas-bawah) dengan program Arduino dan menggunakan sensor dari Stepper motor untuk kepresisian posisi dan kecepatan

Kata kunci: *Arduino, stepper motor, posisi dan kecepatan*

ABSTRACT

In the development of electronic technology, robots used in the industrial world are also used to complete heavy, precise, safe and repetitive human work. Then, scientists created a human-like robot called a humanoid because it was inspired by humans and robots were expected to do human work. In one study, a robot succeeded in following human hand movements. However, there are other parts of the robot that can be developed, namely the head of a robot that can move a maximum of three axes, namely the movement of the right-left or x-axis, rotate up or down or direct y and rotate diagonally or in z motion. The head of the robot can be applied following human or operator movements, for example on surveillance robots. In this final project a robot head is created which can change an operator's movements by two axes (turning right-left and turning up-down) with the Arduino program and using sensors from the Stepper motor to position and speed precision

Keywords: *Arduino, Stepper Motor, position and speed*

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas Kehadirat Allah Yang Maha Kuasa karena atas berkat rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Proyek Akhir yang berjudul “Pengontrolan Kepala Robot dengan Kepala Manusia”

Karya Tulis Proyek Akhir ini dibuat sebagai salah satu persyaratan dan kewajiban mahasiswa tingkat akhir untuk menyelesaikan masa Pendidikan tinggi program Diploma III Jurusan Teknik Elektronika dan Informatika di Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung.

Karya Tulis Proyek Akhir ini berisikan latar belakang terciptanya pembuatan alat pada proyek akhir, tujuan pembuatan alat, hingga pengaplikasian alat. Selain itu, dalam menyusun Karya Tulis Proyek Akhir ini Penulis banyak mendapatkan inspirasi, motivasi dan bantuan. Maka dari itu, Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang senantiasa mendukung, memberi motivasi kasih sayang, dan do'a yang tulus kepada Penulis
2. Bapak Sugeng Ariyono, M.Eng, Ph.D selaku Direktur Politeknik Negeri Bangka Belitung.
3. Bapak I Made Andik Setiawan. Ph.D., selaku pembimbing I dan Bapak Ocsirendi, S.ST., M.T. selaku pembimbing II yang telah memberikan ilmu yang berguna, arahan dan kritik yang bersifat membangun serta telah bersedia meluangkan waktu, tenaga dan pikiran dalam pembuatan Karya Tulis Proyek Akhir
4. Bapak Eko Sulistyono, M.T selaku ketua prodi D-III Teknik Elektronika Politeknik Negeri Bangka Belitung
5. Seluruh dosen, mahasiswa/i dan civitas Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, yang telah mengajarkan ilmu dan memberikan contoh

teladan kepada Penulis, dan bisa bermanfaat bagi orang lain serta menjadikannya amal jariyah. dan terkhusus rekan kerja

6. Sonia Liza Angela dan Siti Nur Aisah yang setia menemani Penulis dan berbagi kisah inspiratif serta selalu memotivasi

Penulis menyadari bahwa Karya Tulis Proyek Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Maka dari itu, Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar dapat berguna di kemudian hari. Demikianlah Karya Tulis Proyek Akhir yang dapat Penulis sampaikan semoga dapat bermanfaat. Aamiin. Akhir kata penulis ucapkan terimakasih.

Wassalaamu'alaikum Warohmatullaahi Wabarokaatuh

Sungailiat, 02 Juli 2019

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BUKAN PLAGIAT	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Proyek Akhir.....	2
BAB II DASAR TEORI	3
2.1. Robot.....	3
2.1.1. Robot <i>Humanoid</i>	3
2.2. Sensor, Aktuator dan <i>Drive System</i>	4
BAB III METODE PELAKSANAAN	6
3.1. Pengumpulan Data	7
3.2. Perancangan <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	7
3.3. Pembuatan <i>Hardware</i> dan <i>Software</i>	8
3.4. Analisa Data.....	8
3.5. Pembuatan Laporan	8

BAB IV PEMBAHASAN.....	9
4.1. <i>Desain Hardware</i>	9
4.2. Sensor Posisi	10
4.3. Penguat.....	13
4.4. <i>Driver</i>	22
4.5. Aktuator	26
4.6. <i>Program</i> dengan Arduino.....	28
4.7. Konstruksi.....	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Pengukuran Resistansi Motor A dan B	13
Tabel 4. 2 Data Sensor Diputar Lambat Dalam 25 Detik/360°	18
Tabel 4. 3 Data Sensor Diputar Sedang Dalam 8 Detik/360°	19
Tabel 4. 4 Data Sensor saat Diputar Cepat Dalam 2 Detik/360°	21
Tabel 4. 5 Pengukuran <i>Output Driver</i>	25

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Blok Diagram Metode Pelaksanaan	6
Gambar 4. 1 Rangkaian Elektrikal	9
Gambar 4. 2 Blok Diagram	10
Gambar 4. 3 Sensor Posisi	11
Gambar 4. 4 Konstruksi <i>Stepper motor unipolar</i> [12]	11
Gambar 4. 5 Kumbaran pada Sensor.....	12
Gambar 4. 6 Skematik Rangkaian Penguat.....	13
Gambar 4. 7 Skematik Penguat dengan Kumbaran Sensor Posisi	15
Gambar 4. 8 PCB dengan Rangkaian Penguat.....	16
Gambar 4. 9 Rangkaian Penguat.....	17
Gambar 4. 10 Grafik Sensor Diputar Lambat Dalam 25 Detik/360°	19
Gambar 4. 11 Grafik Sensor Diputar Sedang Dalam 8 Detik/360°	20
Gambar 4. 12 Grafik Sensor Diputar Cepat Dalam 2 Detik/360°	22
Gambar 4. 13 <i>Wiring Driver</i> L298N ke Aktuator.....	23
Gambar 4. 14 Skematik Rangkaian Penguat Menuju <i>Driver</i>	24
Gambar 4. 15 Aktuator.....	26
Gambar 4. 16 Konstruksi <i>Stepper motor bipolar</i> [14]	26
Gambar 4. 17 Kumbaran pada Aktuator	27
Gambar 4. 18 <i>Wiring Output Driver</i> Menuju Aktuator	28
Gambar 4. 19 Arduino ATmega 2560	29
Gambar 4. 20 <i>Tripod</i>	30
Gambar 4. 21 Penyangga Sensor	31
Gambar 4. 22 <i>Box</i> Komponen.....	31
Gambar 4. 23 <i>Box</i> Komponen.....	32
Gambar 4. 24 Kepala Robot.....	33
Gambar 4. 25 Hasil Konstruksi.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Daftar Riwayat Hidup

Lampiran 2: Program Arduino

Lampiran 3: Data Sheet

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Robot merupakan suatu alat mekanik otomatis yang digunakan untuk fungsi tertentu. Belakangan ini robot mulai memasuki pasaran konsumen di bidang hiburan, dan alat pembantu rumah tangga, seperti penyedot debu, dan pemotong rumput [1]. Disisi lainnya robot mempunyai keunggulan kekuatan fisik yang kuat dan bisa mengerjakan segala hal tanpa lelah yang tidak dimiliki oleh seorang manusia. Adapula aplikasi robot lainnya berguna untuk tugas yang berat, berbahaya, pekerjaan yang berulang dan kotor.

Terdapat jenis robot yang menyerupai bentuk manusia atau yang disebut dengan robot *humanoid*. Bagian robot *humanoid* terdiri dari kepala, badan, tangan dan kaki. Namun, adapula yang hanya berupa sebagian dari tubuh manusia, misalnya dari pinggang ke atas. Beberapa robot *humanoid* juga memiliki wajah, lengkap dengan mata dan mulut [2]. Biasanya, bagian robot *humanoid* yang paling banyak digunakan yaitu robot lengan yang biasa ditemui di dunia industri.

Para ilmuwan menciptakan robot *humanoid* karena terinspirasi oleh perilaku manusia dan berharap robot tersebut dapat melakukan pekerjaan menyerupai manusia. Konsep ini merupakan formulasi untuk mengatasi kontrol di seluruh tubuh robot *humanoid* dan berhasil dilakukan validasi pada fisik robot pada tahun 2004 [3]. Hal yang melatarbelakangi tentang robot *humanoid* juga dilakukan oleh Dagmar Sternad, profesor biologi, teknik listrik dan komputer, dan fisika di *Northeastern* yang tertarik untuk lebih memahami bagaimana orang dan robot bergerak secara bersama-sama. Dalam sebuah penelitian, sebuah robot berhasil mengikuti gerakan tangan seorang manusia dengan membentuk angka delapan, juga tentang pengembangan robot yang lebih maju melalui proyek

dengan Valkyrie, robot *humanoid* berkaki enam yang dikembangkan oleh NASA [4]. Contoh penggunaan robot lainnya dalam dunia industri produksi barang hingga alat berat yaitu robot lengan.

Beberapa hal di atas mendasari terciptanya robot yang dapat bergerak sesuai gerakan manusia atau seorang operator. Sehingga dalam Proyek Akhir ini kami ingin membuat sebuah kepala robot yang dapat bergerak mengikuti gerakan operator agar dapat bergerak memutar ke kanan-kiri dan atas-bawah, yang dapat diaplikasikan pada robot pengintai/kemananan, juga untuk melihat kondisi di laut.

1.2. Perumusan Masalah

Masalah yang akan diselesaikan pada Proyek Akhir “Pengontrolan kepala robot dengan gerakan manusia ” meliputi:

1. Bagaimana mendesain dan membuat konstruksi kepala robot.
2. Bagaimana membuat suatu kepala robot yang bergerak sesuai gerakan putaran sensor dari operator.

1.3. Batasan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir ini dibuat suatu batasan dengan maksud memudahkan analisis yang dibutuhkan dalam rangka pemecahan masalah. Batasan tersebut ialah kepala robot hanya bergerak memutar ke kanan- kiri dan memutar ke atas-bawah sesuai gerakan putaran sensor.

1.4. Tujuan Proyek Akhir

Tujuan dari Proyek Akhir “Pengontrolan Kepala Robot dengan Gerakan Manusia” yang ingin dicapai meliputi:

1. Dapat membuat desain serta konstruksi kepala robot.
2. Dapat membuat suatu kepala robot yang dapat bergerak sesuai kecepatan gerakan tangan operator melalui sensor yang diputar.

BAB II

DASAR TEORI

2.1. Robot

Robot yaitu suatu alat mekanik yang bergerak menggunakan energi listrik dan dapat memperoleh informasi dari lingkungan (melalui sensor), dapat diprogram, dapat mengerjakan tugas tertentu secara otomatis, memiliki kecerdasan buatan. dan bergerak berdasarkan komputer yang sudah diinstal [5].

Robot memiliki berbagai macam fungsi sesuai dengan tujuan pembuatan robot itu sendiri. Di bawah ini merupakan beberapa hal yang dapat dilakukan oleh robot diantaranya:

- Robot dapat bekerja secara berulang, presisi dan bekerja tanpa lelah sehingga banyak digunakan di dunia industri.
- Robot digunakan untuk membantu pekerjaan manusia, seperti pekerjaan rumah tangga dan pekerjaan berat seperti pembangunan infrastruktur.
- Robot juga digunakan dalam pembelajaran teknologi canggih sebagai sarana pendidikan.
- Robot digunakan dalam acara hiburan seperti acara pertunjukan hingga dapat menghasilkan uang.
- Robot juga digunakan sebagai sarana pemantauan keamanan [6].

2.1.1. Robot *Humanoid*

Secara umum, robot *humanoid* memiliki bentuk fisik yang menyerupai manusia, mulai dari kepala, dua lengan dan dua kaki, meskipun ada pula robot *humanoid* yang hanya berupa sebagian dari tubuh manusia, namun beberapa diantaranya memiliki wajah, lengkap dengan mata dan mulut [7]. Perkembangan teknologi yang pesat menjadikan tantangan mendasar robotika seperti *humanoid*,

yaitu saat ini adalah membangun robot yang dapat mempelajari keterampilan baru dengan mengamati manusia dan meniru tindakan manusia, dengan memulai proses pendekatan tujuan berupa : (i) mempelajari tindakan melalui penemuan dan pengalaman sendiri, (ii) menggunakan model yang dipelajari ini untuk menyimpulkan tujuan tindakan manusia, dan (iii) melakukan peniruan untuk pembelajaran robotik dan kolaborasi antara manusia-robot. Beberapa hal tersebut memungkinkan robot semakin meningkat dalam menafsirkan tindakan manusia yang semakin kompleks yang kemudian dapat meniru, meskipun robot *humanoid* memiliki aktuator yang sangat berbeda dari manusia. Hal ini tentu membuat robot dapat bekerja pada suatu hal yang beresiko atau yang tidak mungkin dilakukan manusia, sehingga terciptanya kolaborasi antara kekuatan robot dan kecerdasan manusia [8].

Robot *humanoid* dibangun sedemikian rupa agar mereka mirip dengan tubuh manusia, maka mereka juga mempergunakan aktuator yang berlaku seperti otot dan sendi, meskipun dengan struktur yang berbeda. Agar dapat mencapai efek yang sama dengan gerakan manusia, robot *humanoid* terutama yang menggunakan aktuator rotary berupa elektrik, pneumatik, hidraulik, piezoelektrik atau ultrasonik.

2.2. Sensor, Aktuator dan Drive System

Sensor merupakan alat indera pada robot yang digunakan untuk menerima *input* yang kemudian tersebut akan dikirimkan kepada alat kontrol untuk diproses lebih lanjut. 1) *Tactile sensors*, untuk merespon jika terjadi benturan dan dapat mengukur besar benturan tersebut. 2) *Proximity* dan sensor jarak. Sensor *proximity* digunakan untuk mengetahui adanya obyek yang mendekat sebelum terjadi kontak. Sensor jarak berguna untuk mengetahui jarak antara benda dengan sensor. 3) *Machine vision*, sensor yang digunakan untuk mengenali rupa dari suatu obyek. 4) Sensor suara dan temperatur, masing-masing untuk mendeteksi suara dan temperatur [9].

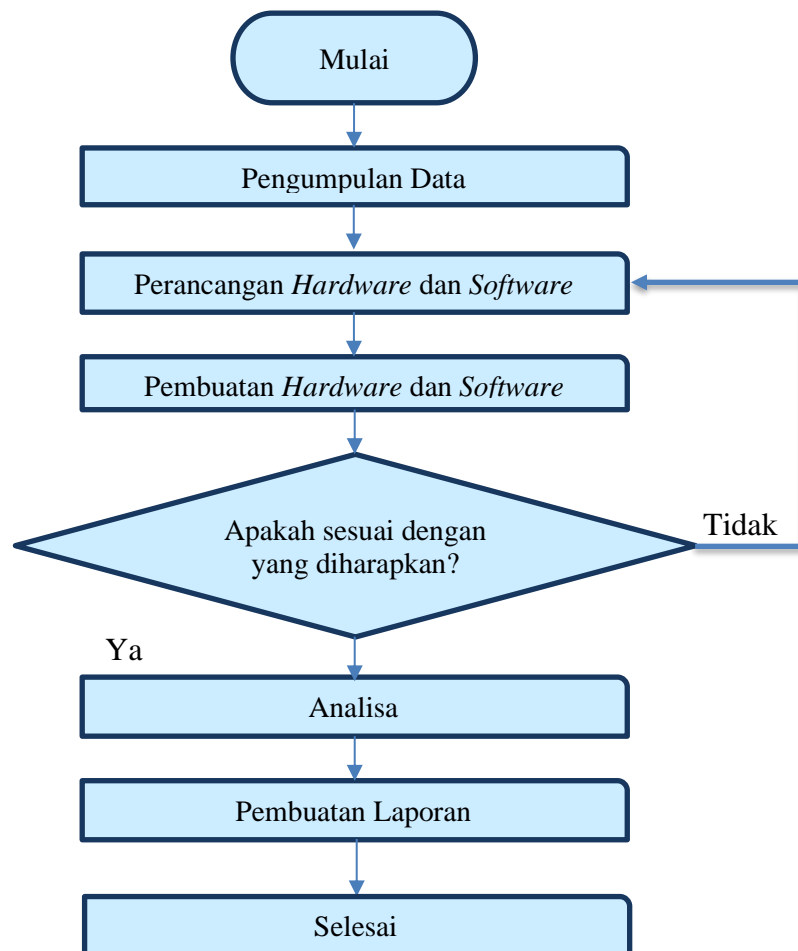
Aktuator merupakan alat penggerak yang membuat robot melakukan suatu tindakan atau pergerakan. Aktuator yang paling banyak digunakan adalah *servo motor* juga *stepper motor*. Robot dengan *stepper motor* di dunia industri menjadi pilihan baik untuk otomasi permesinan yang memerlukan kecepatan dengan putaran sudut presisi dan sinkron. Contohnya mesin otomasi yang menggunakan *stepper motor* yaitu *printer, plotter, hard disk drive* dan peralatan otomotif [10].

Drive system berfungsi sebagai penyedia daya untuk menggerakkan aktuator. Beberapa tipe dari *drive system* antara lain: 1) *Hydraulic drive* adalah *drive system* yang menggunakan minyak bertekanan tinggi. 2) *Pneumatic drive* adalah *drive system* yang menggunakan udara bertekanan tinggi. 3) *Electric drive* adalah *drive system* yang paling sering digunakan, sebab mudah dalam mengatur posisi dan pengulangan pergerakan, bersih serta tidak bising [9].

BAB III

METODE PELAKSANAAN

Dalam bab metode pelaksanaan proyek akhir “Pengontrolan Robot dengan Gerakan Kepala Manusia” terdapat sistem yang dirancang melalui tahapan-tahapan berupa blok diagram dan dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Blok Diagram Metode Pelaksanaan

3.1. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan beberapa metode untuk mencari data-data yang diperlukan dan mendukung dalam pembuatan proyek akhir ini. Adapun metode yang dilakukan pembuatan proyek akhir ini sebagai berikut:

a. Diskusi

Melakukan diskusi pengamatan dan pengumpulan data mengenai robot yang gerakannya dapat dikontrol sesuai gerakan manusia dan mengetahui kendala serta penyelesaiannya terhadap pembimbing.

b. Studi Pustaka

Untuk mendukung dan menambah data dalam pembuatan proyek akhir, dilakukan studi pustaka dari berbagai referensi seperti jurnal, video tutorial, buku, artikel serta internet.

3.2. Perancangan *Hardware* dan *Software*

Pada proses perencanaan terdapat sistem yang dirancang melalui tahapan-tahapan pengerjaan untuk mempermudah pembuatan proyek akhir dan terbagi menjadi dua bagian, yaitu desain *software* (perangkat lunak) dan desain *hardware* (perangkat keras).

Perangkat lunak berupa perintah yang akan dieksekusi oleh komputer terhadap peralatan atau komponen agar mendapatkan hasil sesuai keinginan. Desain *software* dilakukan agar memenuhi beberapa fungsi seperti mengidentifikasi program, menyiapkan aplikasi program agar peralatan komputer dapat terkontrol dan membuat pekerjaan lebih mudah.

Desain perangkat keras (*hardware*) yang berupa komponen atau peralatan yang dapat disentuh dan dilihat langsung untuk mendukung proses komputerisasi, baik komponen utama atau komponen pendukung termasuk desain konstruksi mekanik alat yang akan dibuat.

3.3. Pembuatan *Hardware* dan *Software*

Pembuatan *hardware* dilaksanakan setelah selesai melakukan desain *hardware* dan pembuatan *software*. Setelah itu menggabungkan pembuatan *software* dengan pembuatan *hardware* sehingga membentuk konstruksi yang diinginkan dan terprogram sesuai dengan fungsinya. Adapun *hardware* yang digunakan yaitu *stepper motor unipolar* sebagai sensor, *stepper motor unipolar* sebagai aktuator, *driver motor* dan rangkaian penguat.

3.4. Analisa Data

Sebelum mengambil Analisa data, terlebih dulu harus melakukan uji coba alat dan biasanya mengalami *error* yang tidak terduga. Untuk itu *software* dan *hardware* yang sudah rancang harus diuji coba agar proses kerja yang diinginkan tercapai. Analisa data merupakan tahap untuk mengolah hasil data dari uji coba yang telah dilakukan serta melihat kekurangan yang terjadi pada *software*, dan *hardware* serta mekanik. Hal ini dilakukan dengan mencocokkan hasil dan bila belum sesuai dengan yang diinginkan maka diskusikan dengan pembimbing dan mencari penyebab kesalahan yang terjadi. Kemudian melakukan perbaikan terhadap alat yang mengalami permasalahan tersebut sehingga mencapai hasil yang diinginkan.

3.5. Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan merupakan tahap akhir yang dilakukan setelah selesai alat proyek akhir selesai dibuat. Laporan dibuat berdasarkan latar belakang permasalahan, tujuan, penelitian hingga proses pembuatan alat secara seraca keseluruhan. Penyusunan laporan menjelaskan tentang hasil yang diperoleh dari pembuatan proyek akhir dari awal sampai selesai. Diharapkan laporan ini dapat dipertanggung jawabkan.

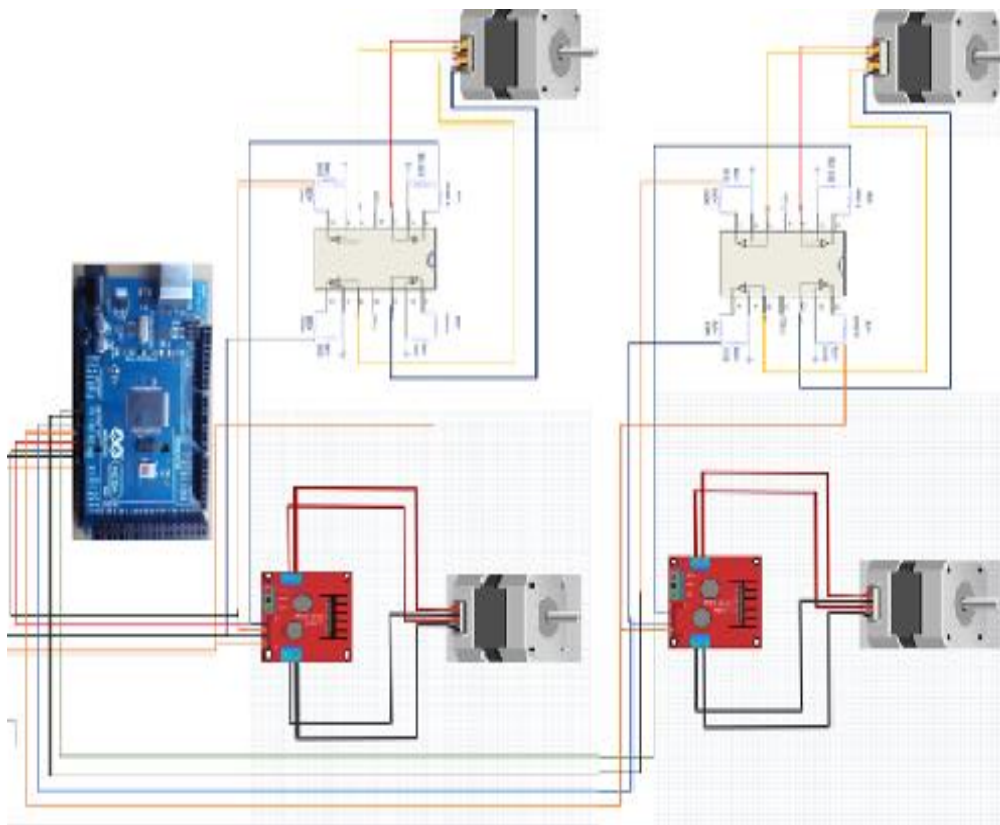
BAB IV

PEMBAHASAN

Pada bab ini dilakukan uji coba untuk memastikan komponen serta program yang digunakan berfungsi dengan baik dan sesuai dengan metode pelaksanaan pada BAB III.

4.1. *Desain Hardware*

Perlu dilakukan pembuatan desain *hardware* untuk mempermudah proses pengerjaan alat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.1.

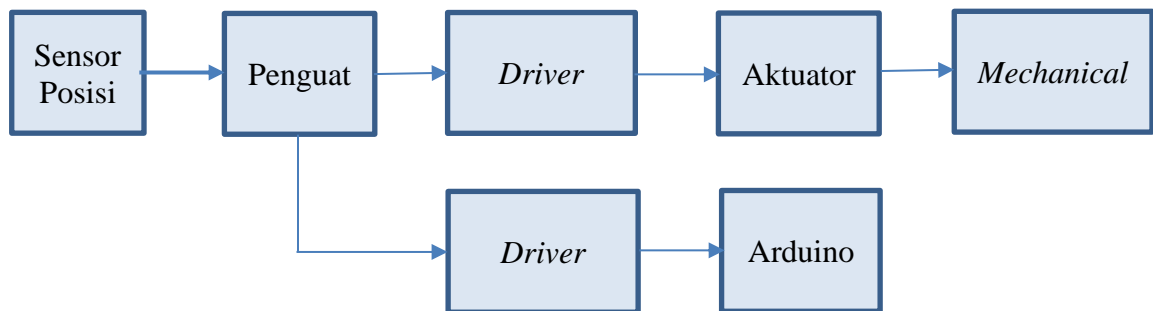


Gambar 4. 1 Rangkaian Elektrikal

Dari Gambar 4.1 didapatkan parameter-parameter penting sehingga dibutuhkan peralatan/ komponen diantaranya:

- *Stepper motor* sebagai aktuator.
- Rangkaian penguat.
- Sensor posisi.
- *Driver motor*.
- *Mechanical* berupa kepala robot.

Beberapa parameter di atas digambarkan melalui blok diagram *hardware* dan sistem kerja pada Gambar 4.2.



Gambar 4. 2 Blok Diagram

4.2. Sensor Posisi

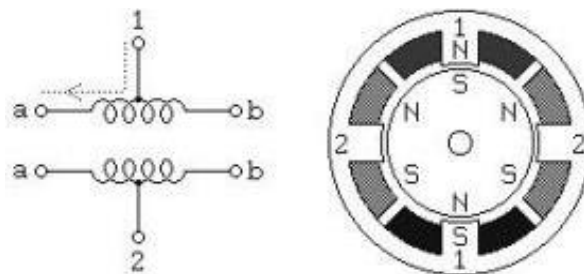
Sensor posisi yang digunakan yaitu jenis *stepper motor unipolar* sebanyak dua buah untuk gerakan memutar kanan-kiri dan ke atas-bawah. *Stepper motor unipolar* ini memiliki delapan buah kabel, diantaranya warna kuning, hitam, merah, oranye, putih-kuning, putih-hitam, putih-merah dan putih-oranye. Sensor posisi yang digunakan yaitu *stepper motor unipolar* dan digunakan sebanyak dua buah motor, memiliki spesifikasi tegangan kerja 12 V 1.5 A.

Stepper motor unipolar memiliki empat buah *pole*, serta memiliki dua buah *common* yang dikopel dan *common* ini dihubungkan ke *ground* Arduino. Berikut sensor posisi yang digunakan ditunjukkan pada Gambar 4.3.



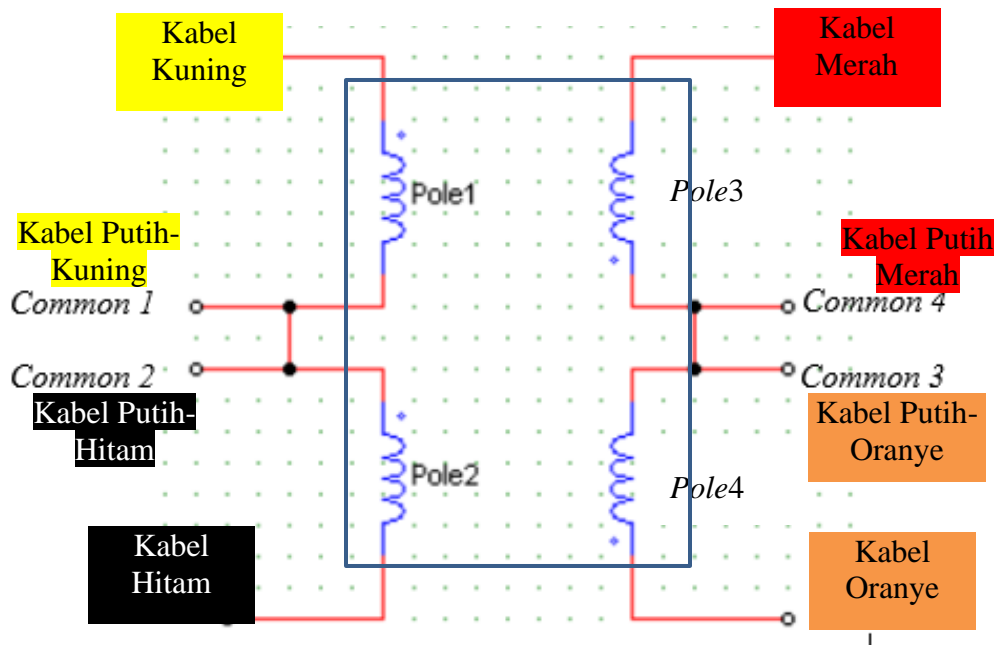
Gambar 4. 3 Sensor Posisi

Stepper motor bipolar memiliki empat buah kabel dan memerlukan sinyal pulsa berubah-ubah dari negatif ke positif dan sebaliknya. Motor jenis ini terdapat satu buah belitan *per-fase* [11]. Rangkaian *driver* untuk motor ini lebih rumit untuk membalikkan kutub magnet, sehingga memerlukan *driver* yang lebih kompleks. Selain itu, *stepper motor bipolar* memiliki torsi yang lebih besar daripada *stepper motor unipolar* dalam ukuran motor yang sama. Di bawah ini merupakan gambar skematik konstruksi dari *stepper motor unipolar* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 4 Konstruksi *Stepper Motor Unipolar* [12]

Pada *stepper motor unipolar ini* harus dicek terlebih dahulu dengan program Arduino, bisa dengan CW (berputar searah jarum jam) dan CCW (berputar berlawanan jarum jam) untuk menentukan *pole 1* hingga *pole 4*. Selanjutnya motor akan berputar berurutan sesuai dengan program yang dibuat, dan cepat-lambatnya putaran motor ditentukan dengan *delay*. Selanjutnya dari delapan kabel sensor posisi tersebut ditentukan masing-masing kabel sebagai *pole 1* hingga *pole 4* dengan melakukan percobaan pada masing-masing kabel menggunakan program CW, dengan memberikan logika *high* secara berurutan pada setiap kabel. Setelah memberikan logika *high* pada setiap kabel, dihasilkan putaran motor searah jarum jam dengan warna kabel kuning sebagai *pole 1*, kabel hitam sebagai *pole 2*, kabel merah sebagai *pole 3*, kabel oranye sebagai *pole 4*, sedangkan untuk *common* terdiri dari warna kabel putih+kuning, putih+hitam, putih+merah, putih+oranye. Di bawah ini merupakan penentuan setiap kumparan *pole* dan *common* dari sensor posisi (*stepper motor*) seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.5.



Gambar 4. 5 Kumparan pada Sensor

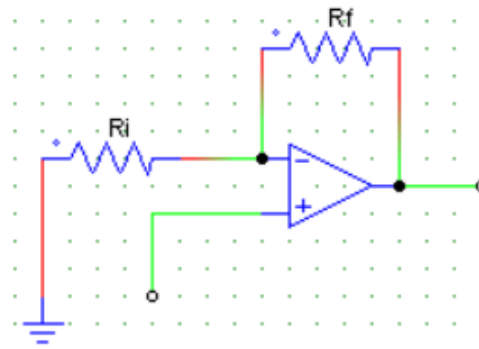
Setelah didapatkan urutan *pole* dan *common* pada sensor posisi secara berurutan, selanjutnya dilakukan pengukuran resistansi terhadap dua buah sensor (diinisialkan dengan motor A dan motor B) dengan cara mengukur *pole dengan common* dengan *multitester* dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Pengukuran Resistansi Motor A dan B

	P1	P2	P3	P4
Resistansi Motor A	2.9 Ω	2.9 Ω	2.9 Ω	2.9 Ω
Resistansi Motor B	5 Ω	5 Ω	5 Ω	5 Ω

4.3. Penguat

Rangkaian penguat digunakan untuk memperkuat tegangan yang keluar dari sensor posisi yang berupa *stepper motor unipolar*, sehingga tegangan yang diinginkan tercapai. Untuk rangkaian penguat, digunakan Op Amp LM324N dengan skematik rangkaian penguat seperti pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Skematik Rangkaian Penguat

Untuk dapat menentukan besarnya R_f dan R_i , diperlukan perhitungan untuk menghasilkan nilai penguatan tegangan *input* yang diinginkan, sehingga didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

$$V_{out} = V_{in} (1+R_f/R_i)$$

$$V_{out} = 8\text{mV} (1+3300/100)$$

$$V_{out} = 8\text{mV} \cdot 331$$

$$V_{out} = 2,648 \text{ V}$$

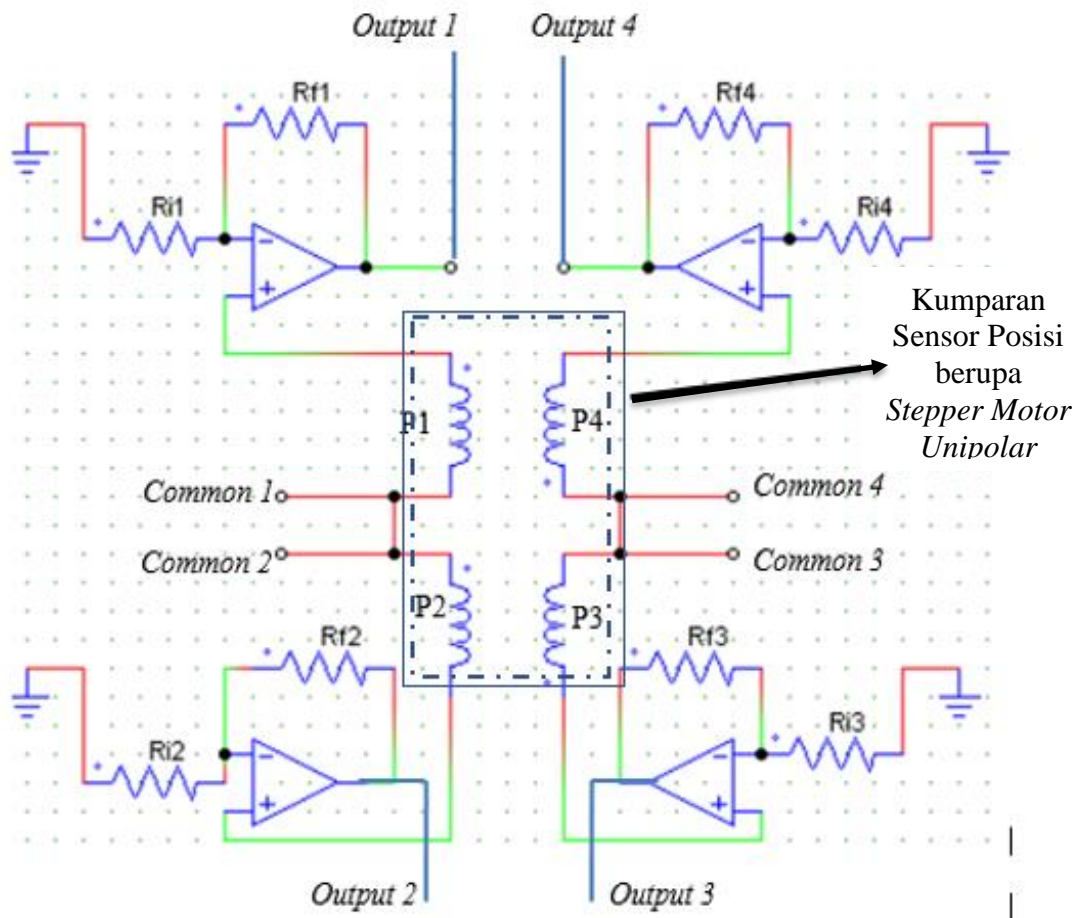
Hasil perhitungan diatas untuk memperkuat tegangan yang dibutuhkan dari 8 mV dari *pole* motor sensor posisi menjadi 2.648 V. Sebelumnya dilakukan uji coba rangkaian penguat dengan nilai R_f sebesar 220 Ohm dengan R_i sebesar 10 Ohm, tegangan *output* yang dihasilkan sebesar 1,768 V. Sehingga besarnya penguatan yang dibutuhkan yaitu 33 kali penguatan.

Ketika *wiring*, dibutuhkan satu buah IC LM324 untuk satu *pole*. LM 324N ini memiliki tegangan kerja +VCC= +5 V hingga +15V dan -VCC sebesar -5V hingga -15V dengan keterangan setiap pin LM 324 yaitu:

- Pin 1,7,8,14 (sebagai *output*).
- Pin 2,6,9,13 (sebagai inverting *input*, artinya semua sinyal *input* di pin ini mempunyai nilai *output* yang berkebalikan dari nilai *input*).
- Pin 3,5,10,12 (sebagai non-inverting *input*, artinya semua sinyal *input* di pin ini mempunyai nilai *output* yang sama dengan *input*/ tidak berkebalikan).
- Pin 4 (+Vcc, beroperasi pada tegangan kerja antara +5 V hingga +15 V).
- Pin 11 (-Vcc, yang dapat beroperasi pada tegangan antara -5 V hingga -15 V).

Sehingga ketika akan menguatkan satu buah sensor yang memiliki *emoat pole*, dibutuhkan empat buah IC. Hal yang sama dilakukan terhadap dua buah sensor posisi agar mendapatkan hasil yang sesuai pengukuran dan perhitungan penguatan.

Di bawah ini merupakan skematik dan *wiring* rangkaian penguatan beserta skematik sensor posisi yang dapat dilihat pada Gambar 4.7.

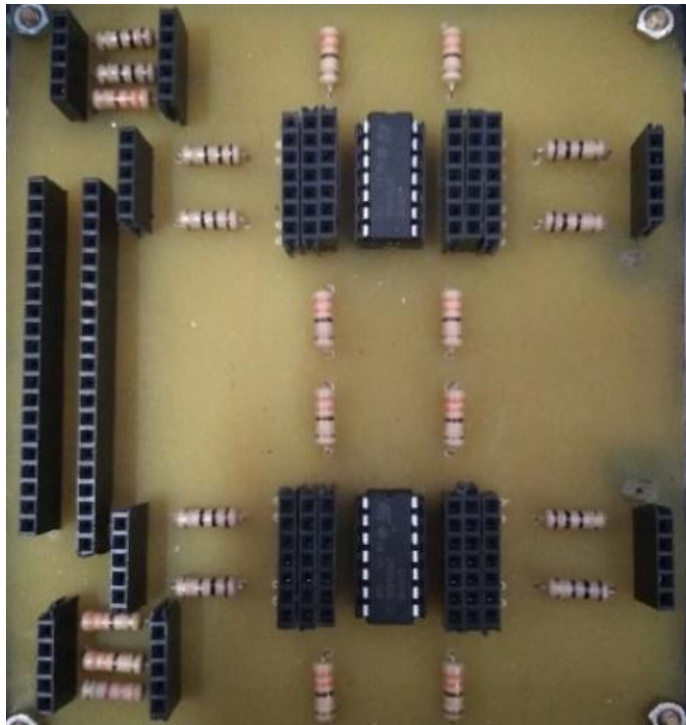


Gambar 4. 7 Skematik Penguat dengan Kumparan Sensor Posisi

Untuk lebih lanjut, rangkaian elektrikal Op-Amp LM324N pada pin 1, 7, 8 dan 14 dipasang resistor (R_f) sebesar 330 Ohm.pada pin 2,6,9 dan 13 dipasang resistor sebesar 10 Ohm (R_i) dan juga dihubungkan ke *ground*. R_f dan R_i dirangkai seri. Pada pin 3, 5, 10 dan 12 dihubungkan ke *pole* sensor, selanjutnya pin 4 dan 11 dihubungkan dengan +Vcc dan -Vcc.

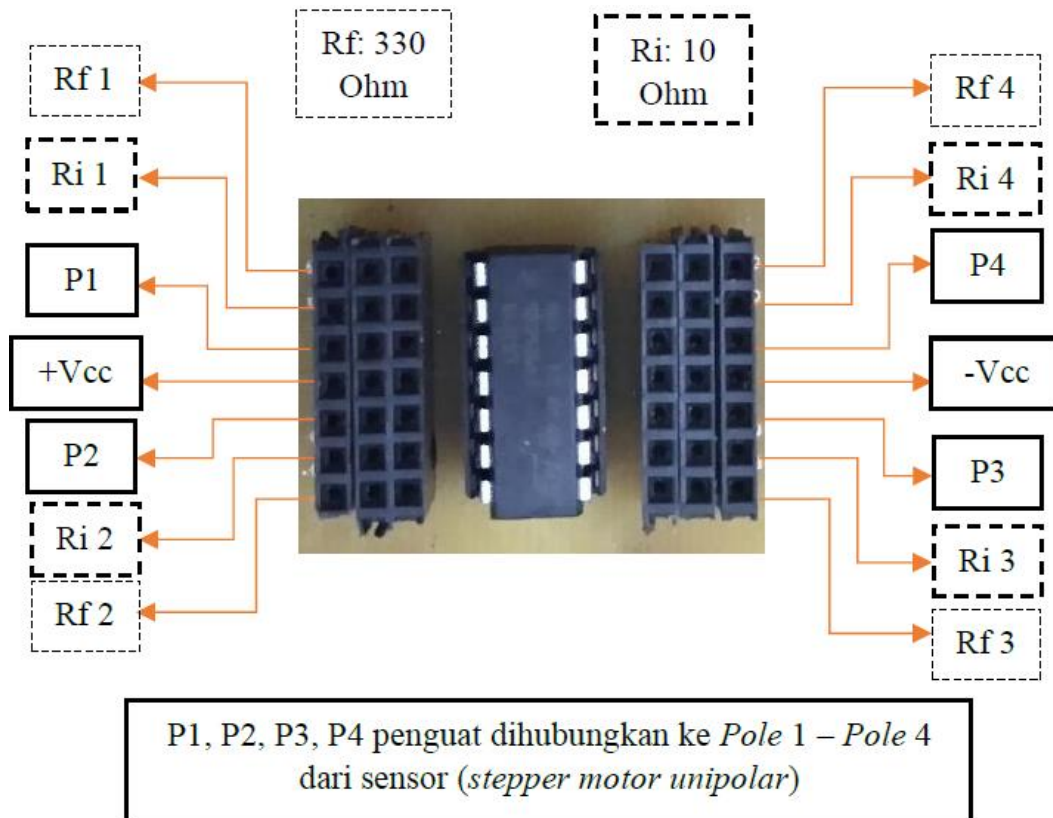
Penguat ini digunakan sebanyak dua buah untuk memperkuat tegangan yang masuk ke *driver* dari sensor posisi. Dalam sebuah rangkaian gerakan memutar ke kanan-kiri, *pole 1*, *pole 2*, *pole 3* dan *pole 4* dari sensor posisi dihubungkan ke Op Amp LM324 sebagai penguat tegangan dan *common* dari motor tersebut dihubungkan ke *ground*.

Setelah itu, dilakukan pemasangan rangkaian penguat di atas PCB yang telah disiapkan Selanjutnya, dibuat PCB rangkaian penguat yang dari dua buah IC L324 dan delapan buah resistor utama senilai 330 Ohm dan 10 Ohm yang sudah didesain sebelumnya agar mendapat penguatan tegangan sebesar 33 kali. Di bawah ini merupakan PCB yang digunakan dan dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 PCB dengan Rangkaian Penguat

Setelah dilakukan pemasangan PCB, selanjutnya membuat pin rangkaian penguat di atas PCB dan cara *wiring* rangkaian penguat ditunjukkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4. 9 Rangkaian Penguat

Pada rangkaian penguat, tegangan yang dihasilkan dari putaran sensor dapat meningkat sesuai yang dibutuhkan. Selanjutnya, dilakukan beberapa percobaan dengan memutar sensor secara lambat, sedang hingga putaran cepat beserta grafik yang menggambarkan putaran tersebut. Untuk putaran lambat, dibutuhkan waktu 25 detik untuk menghasilkan satu putaran. Sedangkan untuk putaran sedang, dibutuhkan waktu 8 detik untuk menghasilkan satu putaran dan

pada putaran cepat, dibutuhkan waktu 2 detik untuk menghasilkan satu putaran. Tegangan yang dihasilkan berbeda, dengan pengujian sebanyak empat *steps*. Berikut pengukuran saat sensor diputar lambat seperti yang terdapat pada Tabel 4.2.

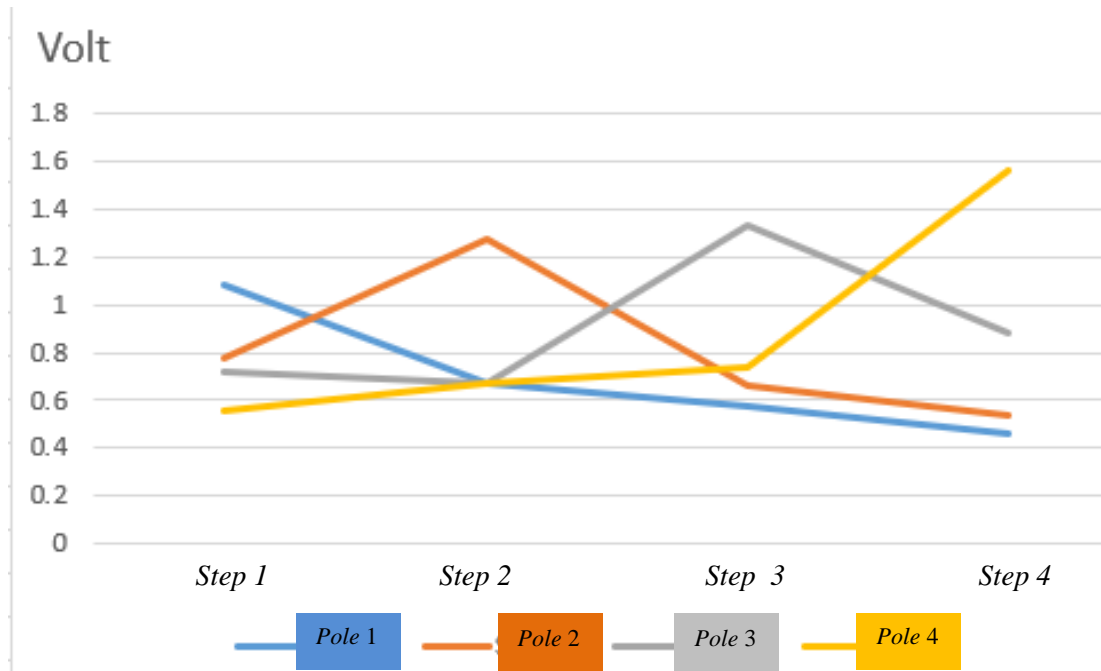
Tabel 4. 2 Data Sensor Diputar Lambat Dalam 25 Detik/360°

Sensor Diputar Lambat (V)				
	P1	P2	P3	P4
<i>Step 1</i>	1.08	0.67	0.58	0.46
<i>Step 2</i>	0.78	1.27	0.66	0.54
<i>Step 3</i>	0.72	0.67	1.33	0.88
<i>Step 4</i>	0.56	0.67	0.74	1.56

Dari data tabel 4.2 diatas dapat diketahui bahwa tegangan dari *step 1* pada *pole 1* mengalami *high* pada *pole 2* mengalami *low* pada *pole 3* mengalami *low* pada *pole 4* mengalami *low*, sedangkan pada *step 2* pada *pole 1* mengalami *low* pada *pole 2* mengalami *high* pada *pole 3* mengalami *low* pada *pole 4* mengalami *low*, sedangkan pada *step 3* pada *pole 1* mengalami *low* pada *pole 2* mengalami *low* pada *pole 3* mengalami *high* pada *pole 4* mengalami *low*, sedangkan pada *step 4* pada *pole 1* mengalami *low* pada *pole 2* mengalami *low* pada *pole 3* mengalami *low* pada *pole 4* mengalami *high*.

Dapat disimpulkan bahwa untuk mendapatkan logika *high* maka tegangan yang harus dihasilkan setiap *pole* mencapai 1,56 V. Putaran dikatakan lambat apabila untuk menghasilkan satu putaran dibutuhkan waktu 25 detik.

Untuk grafik hasil percobaan Tabel 4.2 dapat dilihat pada Gambar 4.8.



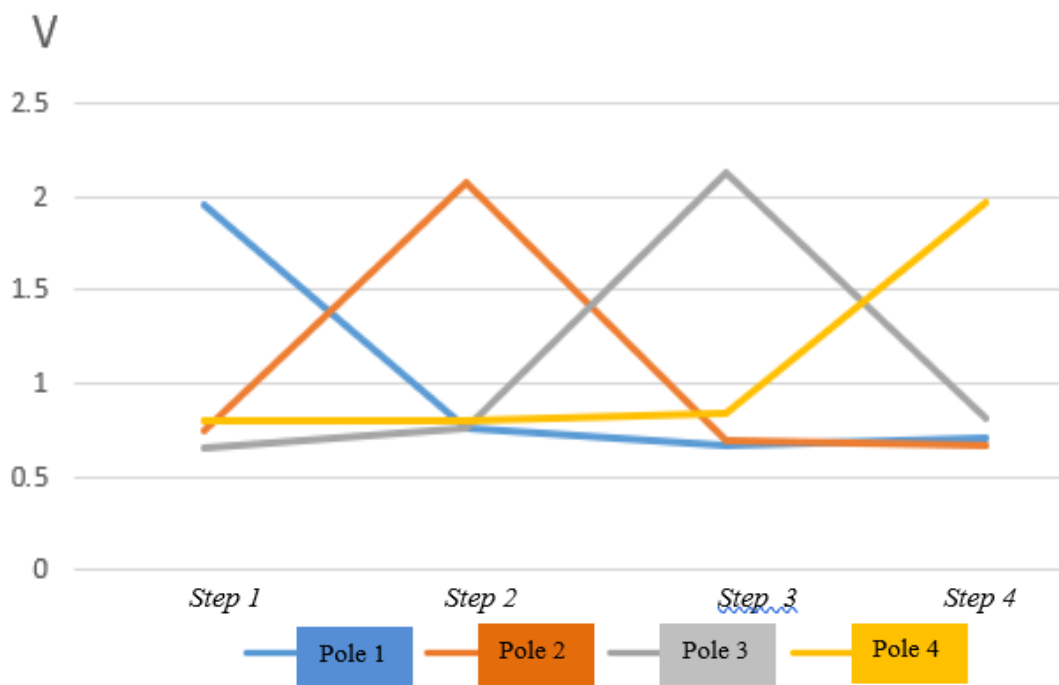
Gambar 4. 10 Grafik Sensor Diputar Lambat Dalam 25 Detik/360°

Setelah dilakukan percobaan dengan putaran lambat, selanjutnya dilakukan percobaan dengan putaran sedang dan data percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Data Sensor Diputar Sedang Dalam 8 Detik/360°

Sensor Diputar Sedang (V)				
	P1	P2	P3	P4
Step 1	1.95	0.76	0.67	0.71
Step 2	0.75	2.08	0.69	0.67
Step 3	0.65	0.76	2.13	0.81
Step 4	0.80	0.8	0.84	1.97

Dari grafik diatas diketahui *pole 1* berada pada puncak tertinggi pada *step 1* selanjutnya pada *pole 2* berada pada puncak tertinggi pada *step 2* selanjutnya pada *pole 3* berada pada puncak tertinggi pada *step 3* selanjutnya pada *pole 4* berada pada puncak tertinggi pada *step 4*. Dapat disimpulkan bahwa *pole 1* sampai *pole 4* aktif dan berlogika *high* secara berurutan pada setiap *step* nya dan menghasilkan tegangan tertinggi sebesar 2.13 V ketika sensor diputar dengan kecepatan sedang. Putaran dikatakan sedang bila dibutuhkan 8 detik untuk menghasilkan satu putaran. Untuk grafik hasil percobaan Tabel 4.3 dapat dilihat pada Gambar 4.11.



Gambar 4. 11 Grafik Sensor Diputar Sedang Dalam 8 Detik/360°

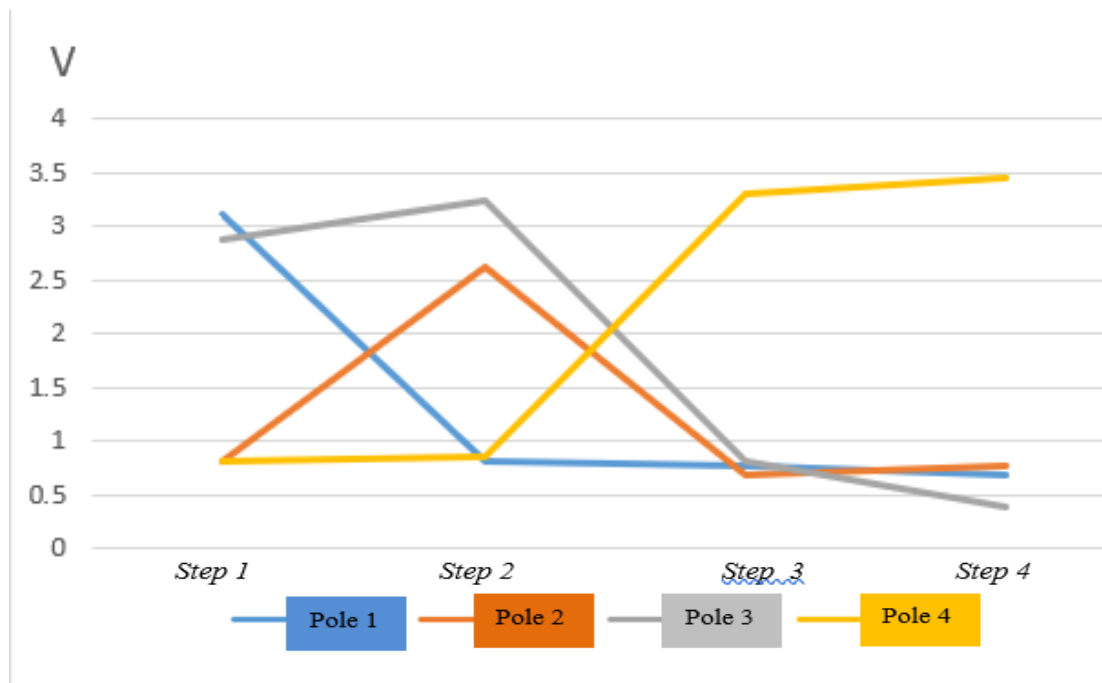
Setelah dilakukan percobaan dengan putaran sedang, selanjutnya dilakukan percobaan dengan putaran cepat pada sensor posisi dan data percobaan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Data Sensor saat Diputar Cepat Dalam 2 Detik/360°

Sensor Diputar Cepat (V)				
	P1	P2	P3	P4
Step 1	3.1	0.81	0.78	0.69
Step 2	0.81	2.61	0.69	0.78
Step 3	2.88	3.23	0.81	0.79
Step 4	0.81	0.86	3.3	3.45

Dari data tabel 4.4 diatas dapat diketahui bahwa tegangan dari *step 1* pada *pole 1* mengalami *high* pada *pole 2* mengalami *low* pada *pole 3* mengalami *low* pada *pole 4* mengalami *low*, sedangkan pada *step 2* pada *pole 1* mengalami *low* pada *pole 2* mengalami *high* pada *pole 3* mengalami *low* pada *pole 4* mengalami *low*, sedangkan pada *step 3* pada *pole 1* mengalami *low* pada *pole 2* mengalami *low* pada *pole 3* mengalami *high* pada *pole 4* mengalami *low*, sedangkan pada *step 4* pada *pole 1* mengalami *low* pada *pole 2* mengalami *low* pada *pole 3* mengalami *low* pada *pole 4* mengalami *high*. Pada percobaan ini dihasilkan tegangan tertinggi sebesar 3.45 V. Putaran dikatakan cepat bila dibutuhkan 2 detik untuk menghasilkan satu putaran.

Selanjutnya, untuk grafik hasil percobaan dari Tabel 4.4 (putaran cepat) dapat dilihat pada Gambar 4.12.

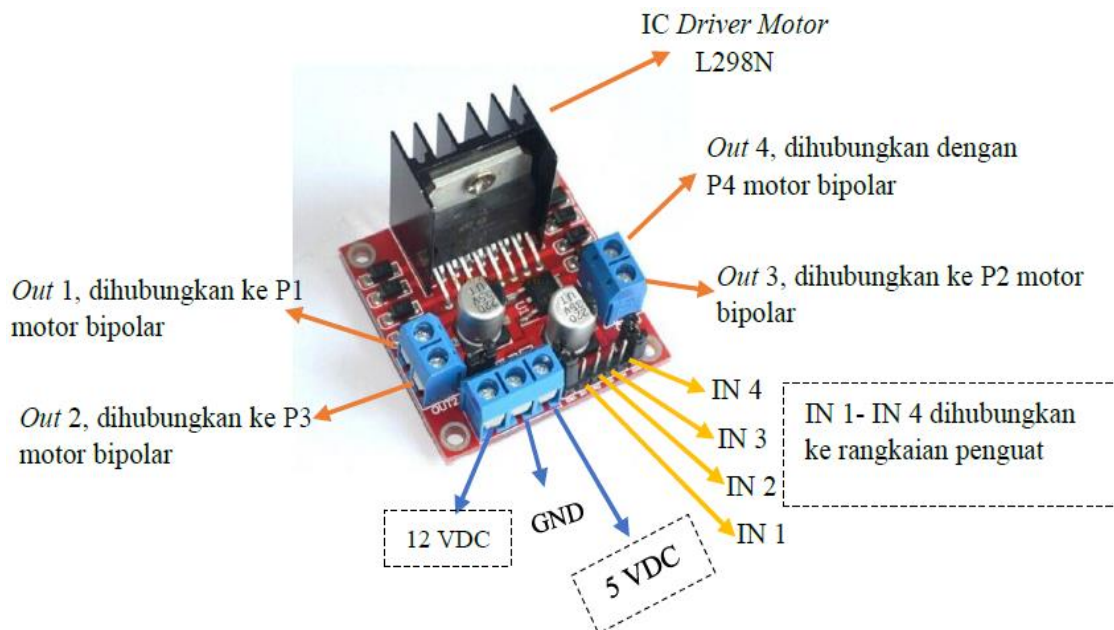


Gambar 4. 12 Grafik Sensor Diputar Cepat Dalam 2 Detik/360°

4.4. Driver

Driver yang digunakan yaitu *driver motor* L298N berfungsi memperkuat tegangan dan arus, juga sebagai pengendali arah dan putaran motor. Sebelumnya, *output* dari IC LM324N dengan kaki pin 1,7,8,14 dihubungkan ke *input driver motor* L298N pin 1, pin1, pin 3 dan pin 4 secara berurutan. Pin 1,7,8,14 dihubungkan ke *driver motor* L298N dengan kaki pin 1 ke *input* 1, pin 7 ke *input* 2, pin 8 ke *input* 3 dan pin 14 ke *input* 4. Setelah itu, *output* 1 hingga *output* 4 dari *driver motor* L298N masuk ke aktuator (*stepper motor bipolar*). *Output* 1 dihubungkan ke kabel hitam, *output* 2 dihubungkan ke kabel biru, *output* 3

dihubungkan ke kabel hijau, *output 4* dihubungkan ke kabel merah. Di bawah ini merupakan *wiring* pada *driver* seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.13.

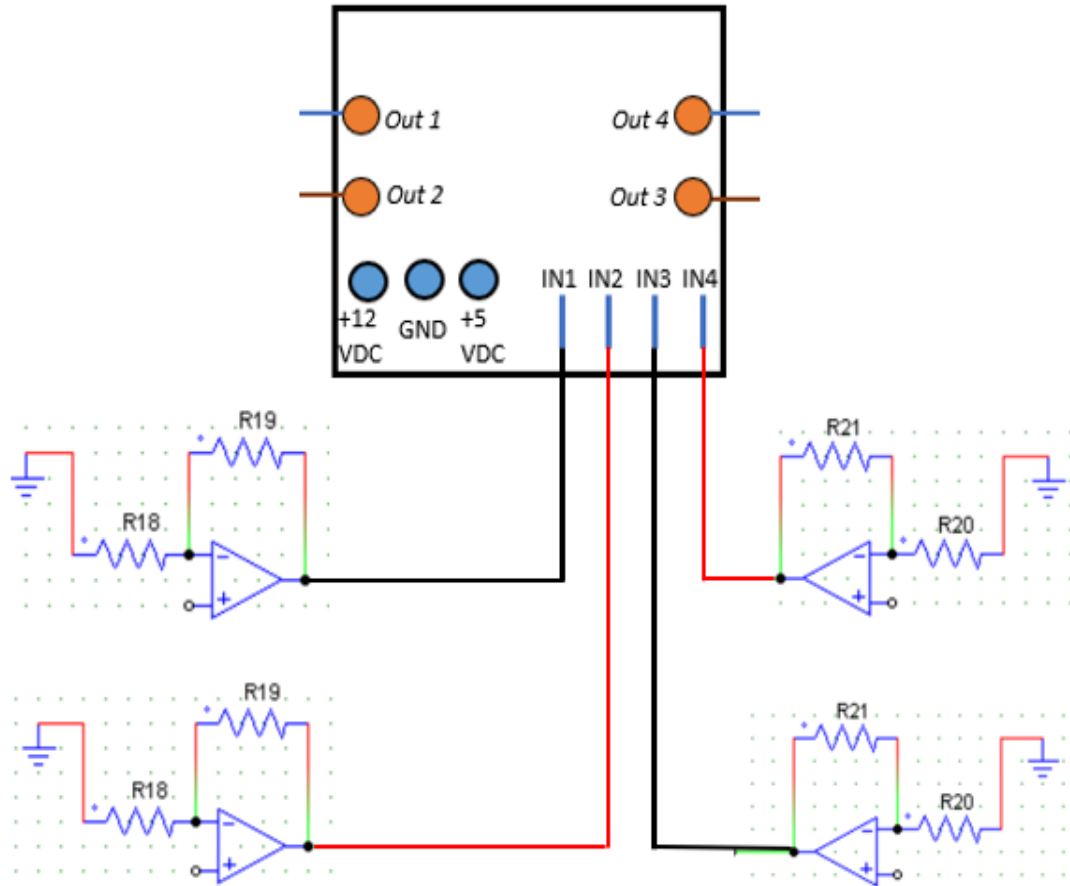


Gambar 4. 13 *Wiring Driver L298N ke Aktuator*

Digunakan dua buah pengendali berupa *driver motor* L298N untuk memperkuat arus dan tegangan serta mengontrol kecepatan putaran motor. Untuk memguji *driver motor* ini dengan memberikan *supply* ke pin IN 1 hingga IN4. Jika *driver* berfungsi dengan baik, maka nilai IN akan sama dengan nilai Vcc. Di bawah ini merupakan parameter *drive chip* L298N.

1. Terminal bagian pengontrolan dengan sumber Vms: +5 V - +35V.
2. Bagian *driver* arus maksimal I_o 2A/bridge.
3. Bagian logika dengan terminal *power supply* Vss= 4.5 V – 5.5 V.
4. Logika berarus operasional: 0 – 26 mA.
5. Konsumsi power maksimum: 20 W.



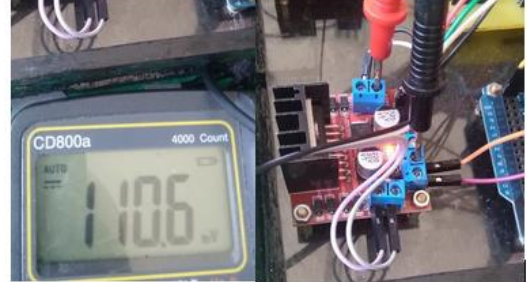

Di bawah ini merupakan gambar skematik rangkaian penguat menuju *driver* L298N, di mana IN1 hingga IN4 dari *driver* dihubungkan dengan *output* dari rangkaian penguat. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4. 14 Skematik Rangkaian Penguat Menuju *Driver*

Selanjutnya, dilakukan pengukuran tegangan untuk mengukur *output 1*, *output 2*, *output 3* dan *output 4* pada *driver* seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 4.5.

Tabel 4. 5 Pengukuran *Output Driver*

Hasil pengukuran <i>Output 1</i>	 A digital multimeter (CD800a) is shown with its display reading 1.137 V. The meter is connected to a circuit board with various components and wires. The display also shows '4000 Count' and 'AUTO'.
Hasil pengukuran <i>Output 2</i>	 A digital multimeter (CD800a) is shown with its display reading 1.153 V. The meter is connected to a circuit board with various components and wires. The display also shows '4000 Count' and 'AUTO'.
Hasil pengukuran <i>Output 3</i>	 A digital multimeter (CD800a) is shown with its display reading 1.106 V. The meter is connected to a circuit board with various components and wires. The display also shows '4000 Count' and 'AUTO'.
Hasil pengukuran <i>Output 4</i>	 A digital multimeter (CD800a) is shown with its display reading 1.147 V. The meter is connected to a circuit board with various components and wires. The display also shows '4000 Count' and 'AUTO'.

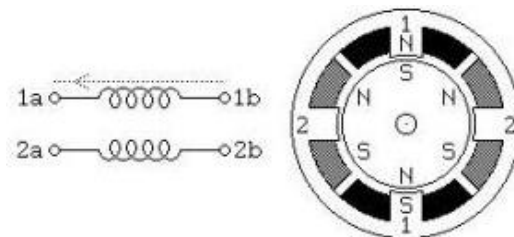
4.5. Aktuator

Aktuator yang digunakan yaitu sebanyak dua buah dan menggunakan *stepper motor bipolar*. Aktuator ini memiliki empat buah kabel dan tidak memiliki *common*. Pada kabel P1, P3, P2 dan P4 *stepper motor bipolar* dihubungkan ke *driver* sebagai *output*. Sebelumnya, aktuator yang berupa *stepper motor bipolar* yang ditunjukkan oleh Gambar 4.15.



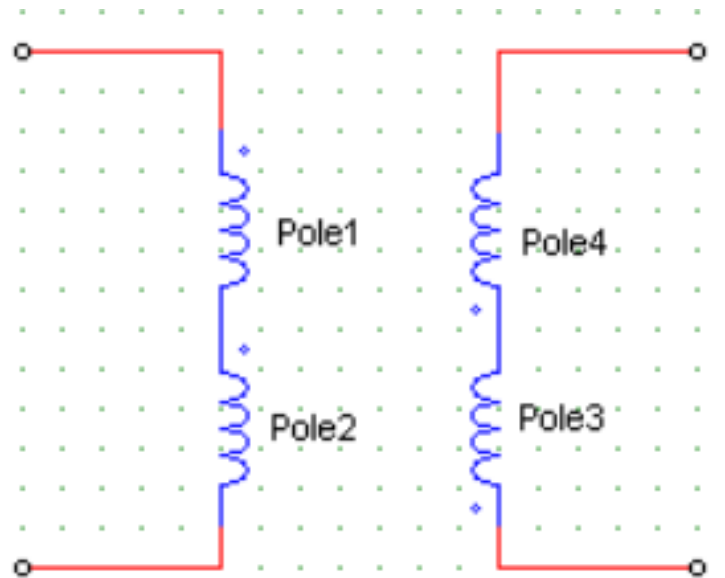
Gambar 4. 15 Aktuator

Stepper motor bipolar bekerja dengan menggunakan setengah dari lilitan pada setiap statornya dan memiliki lebih dari empat buah kabel dan terdapat sebuah *common* yang diberikan ke *ground* atau *Vcc*. *Stepper motor unipolar* lebih unggul dibandingkan dengan *stepper motor bipolar* dalam hal penggunaan daya yang rendah, hanya menggunakan setengah koil dan kontrol akses yang lebih mudah [13]. Di bawah ini merupakan konstruksi *stepper motor bipolar* seperti pada Gambar 4.16.



Gambar 4. 16 Konstruksi *Stepper Motor Unipolar* [14]

Pada aktuator terdapat empat buah kumparan *pole* dan tidak terdapat *common*. *Pole 1* dan *pole 2* lilitannya terhubung serta *pole 3* dan *pole 4* lilitannya terhubung pula. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4.17.

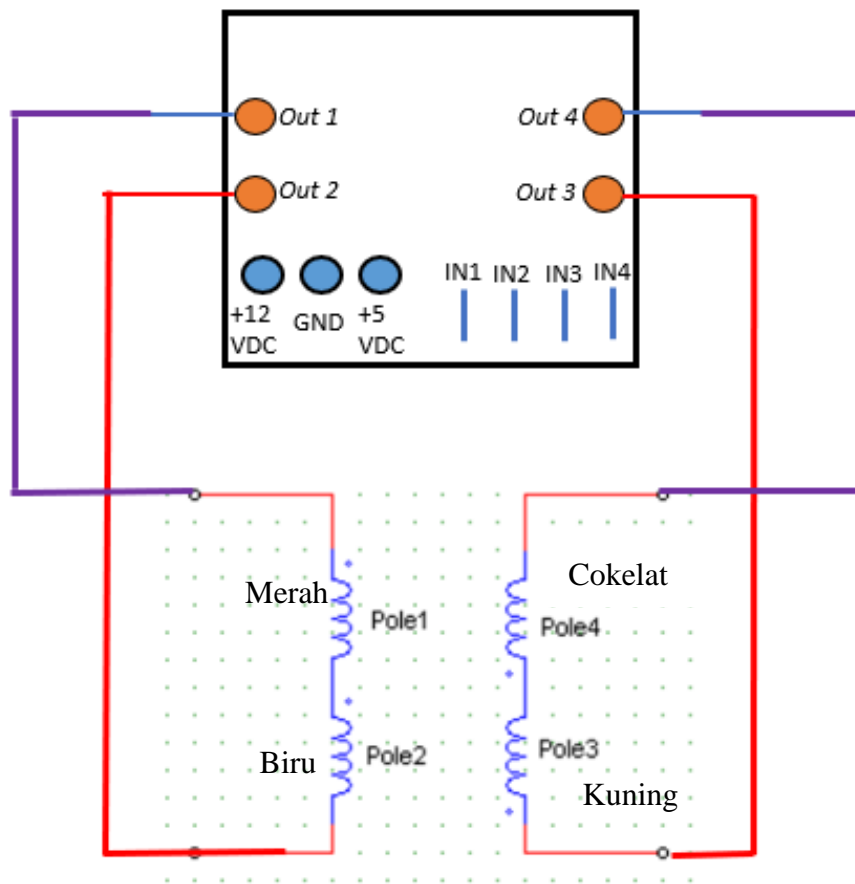


Gambar 4. 17 Kumparan pada Aktuator

Penentuan *pole* pada aktuator ini sama halnya dengan penentuan *pole* pada sensor posisi, yaitu dengan melakukan percobaan pada masing masing kabel menggunakan program putaran searah jarum jam (CCW), dengan cara memberikan logika *high* secara berurutan pada setiap kabel.

Setelah memberikan logika *high* pada setiap kabel, dihasilkan putaran motor searah jarum jam dengan warna kabel merah sebagai *pole 1*, kabel biru sebagai *pole 2*, kabel hijau sebagai *pole 3*, kabel kuning sebagai *pole 4*. Putaran motor dengan kecepatan tertentu saat diprogram bergantung pada besarnya *delay* yang dimasukkan ke dalam program.

Berikut merupakan skematik *wiring driver* ke aktuator (*stepper motor bipolar*) yang ditunjukkan pada Gambar 4.17.



Gambar 4. 18 *Wiring Output Driver Menuju Aktuator*

4.6. Program dengan Arduino

Selanjutnya dilakukan *programming* dengan Arduino tipe ATmega 2560. Arduino ini dipilih karena memiliki serial pin yang lebih banyak dibandingkan dengan Arduino UNO. Pin Arduino yang digunakan yaitu Vcc, GND, pin A0, A1, A2, A3 dan pin 8,9,10,11.

Di bawah ini merupakan Arduino ATmega 2560 yang digunakan dan ditunjukkan oleh Gambar 4.16.



Gambar 4. 19 Arduino ATmega 2560

Sedangkan *listing* programnya adalah sebagai berikut:

```
tegangan1,tegangan2,  
tegangan3,tegangan4,  
tegangan5,tegangan6,  
tegangan7,tegangan8;
```

} Deklarasi pin digital dengan tipe data float dengan variabel tegangan1-tegangan8

```
nilai1,nilai2,  
nilai3,nilai4,  
nilai5,nilai6,  
nilai7,nilai8;
```

} Deklarasi pin digital dengan tipe data float dengan variabel nilai1-nilai8.

```
float pole[]={p1,p2,p3,p4,p5,p6,p7,p8};
```

} Deklarasi variable p1-p8 dengan tipe data array yang menyimpan sebanyak 8 data.

```
nilai1=analogRead(A0);  
nilai2=analogRead(A1);  
nilai3=analogRead(A2);  
nilai4=analogRead(A4);  
nilai5=analogRead(A8);  
nilai6=analogRead(A9);  
nilai7=analogRead(A10);  
nilai8=analogRead(A11);
```

Variabel nilai 1 – nilai 8 membaca tegangan yang masuk pada pin analog yang dikonversikan menjadi data 0-1023.

4.7. Konstruksi

Untuk tahap konstruksi, digunakan beberapa peralatan seperti penyangga kaki empat, *tripod*, kepala robot dan *box* komponen. Beberapa tahap pembuatan konstruksi pada Proyek Akhir ini diuraikan sebagai berikut:

- a. *Tripod* digunakan sebagai penyangga atau dudukan aktuator. Dimana aktuator untuk gerakan kiri dan kanan diletakan di posisi bawah sedangkan aktuator untuk gerakan atas bawah diletakan di posisi atas. Pada bagian atas *tripod* dipotong agar dapat digunakan sebagai penyangga aktuator, sehingga *tripod* memiliki tinggi 65 cm. Di bawah ini merupakan *tripod* yang digunakan dan ditunjukkan oleh Gambar 4.20.



Gambar 4. 20 *Tripod*

- b. Sama halnya dengan fungsi *tripod* sebagai penyangga aktuator, penyangga kaki empat ini digunakan sebagai penyangga atau dudukan sensor posisi. Dimana sensor posisi untuk gerakan kiri dan kanan diletakan di posisi bawah sedangkan sensor posisi untuk gerakan atas bawah diletakan di posisi atas. Penyangga kaki empat ini terbuat dari kayu yang dilapisi cat dan memiliki tinggi 55 cm. Penyangga sensor dapat dilihat pada Gambar 4.21.



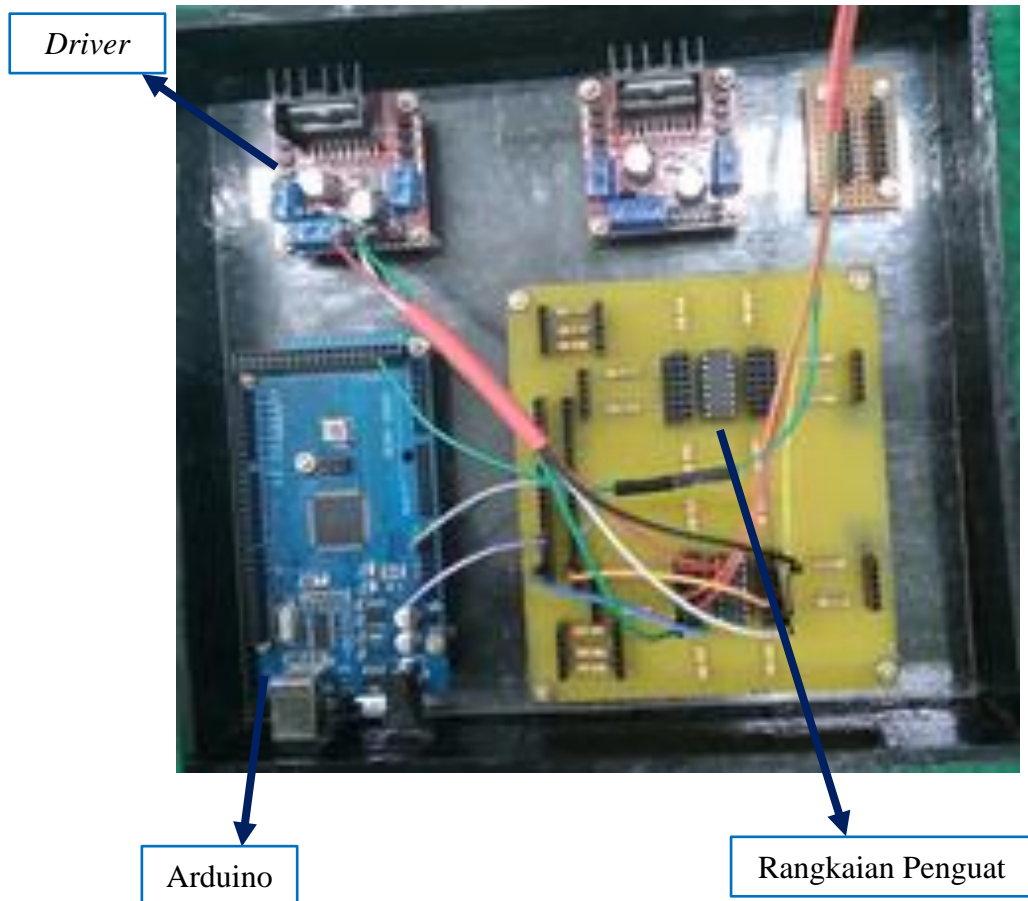
Gambar 4. 21 Penyangga Sensor

- c. *Box* komponen berisikan komponen berupa dua buah *driver motor* L298N, dua buah rangkaian penguat, resistor dan satu unit Arduino ATmega 2560. *Box* ini memiliki panjang, lebar dan tinggi 20 cm x 22 cm x 7 cm. Desain *box* komponen dapat dilihat pada Gambar 4.22.



Gambar 4. 22 *Box* Komponen

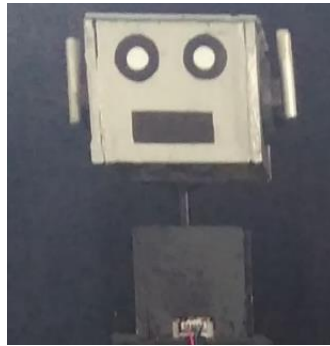
Selanjutnya, *box* komponen yang berisikan keterangan komponen didalamnya, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.23.



Gambar 4. 23 *Box* Komponen

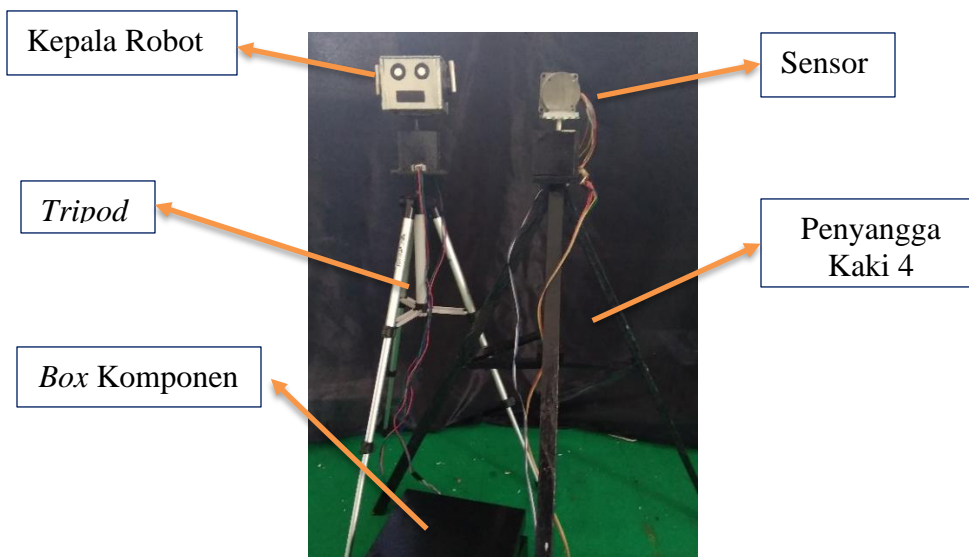
- d. PCB rangkaian penguat tersusun dari dua buah IC L324 dan delapan buah resistor utama senilai 330 Ohm dan 10 Ohm yang sudah didesain sebelumnya agar mendapat penguatan tegangan sebesar 33 kali. DPCB yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebelumnya.
- e. Kepala robot, digunakan sebagai media untuk mengetahui pergerakan putaran yang dihasilkan dari sensor dan hasil pergerakan pada aktuator. Kepala robot ini terbuat dari kayu, berbentuk kotak dan dilapisi cat berwarna abu-abu. Berat

kepala robot untuk sensor yaitu 1.29 ons dan berat kepala robot untuk aktuator yaitu 0.87 ons Konstruksi dari kepala robot dapat dilihat pada Gambar 4.24.



Gambar 4. 24 Kepala Robot

- f. Hasil jadi konstruksi berupa pemasangan kepala robot dan peletakan sensor posisi beserta penyangga dan *box* komponen. Panjang kabel total antara sensor posisi dan kepala robot dengan *box* komponen diantaranya yaitu 1 m. Hasil jadi konstruksi dapat dilihat pada Gambar 4.25 di bawah ini.



Gambar 4. 25 Hasil Konstruksi

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari proses pembuatan proyek akhir ini didapatkan beberapa pengetahuan dan wawasan yang dilakukan baik itu secara teori maupun praktik. Berdasarkan dari bab sebelumnya didapatkan kesimpulan dan saran sebagai berikut:

5.1. Kesimpulan

Dari Proyek Akhir yang berjudul “Pengontrolan Robot dengan Gerakan Manusia” didapatkan beberapa kesimpulan yang sama dengan tujuan, yaitu:

1. kepala robot yang dibuat mampu bergerak memutar ke kanan-kiri dan ke atas-bawah berdasarkan gerakan seorang operator saat sensor diputar .
2. Dari data hasil uji coba sensor diputar lambat dengan waktu 25 detik/ 360°, didapatkan tegangan 0 – 1.5 V, saat sensor diputar sedang dengan waktu 8 detik/ 360°, didapatkan tegangan 0.65 – 2.13 V dan saat sensor diputar cepat dengan waktu 2 detik/ 360°, didapatkan tegangan 0.69 – 3.45 V pada *step* 1 – 4 yang ditunjukkan *pole* 1 – 4

5.2. Saran

Alat Proyek Akhir ini masih terdapat kekurangan, salah satunya sensor yang diputar masih lambat merespon. Dibutuhkan kondisi motor yang baik dan peralatan penunjang lainnya dengan kondisi baik. Selanjutnya, Proyek Akhir ini dapat dikembangkan lagi untuk periode PA tahun selanjutnya sehingga perlu dilakukan pembenahan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. A. Khatami, "Mengenal Apa Itu Robot," 2012. [Online]. Didapat: <http://belajarbikinrobot.weebly.com/1-mengenal-apa-itu-robot.html>. [Diakses 25 April 2019].
- [2] "Robot Humanoid," [Online]. Didapat: https://id.wikipedia.org/wiki/Robot_humanoid. [Diakses: 2 September 2019].
- [3] D. E. ,S. V ., D. S. Khatib, "Robotics-based Synthesis of Human Motion".
- [4] Allie Nicodemo, "Researchers Study Human Movement to Build Better Robots," November 2017.
- [5] Z. Elektro, "Megenal Robot dan Karakteristiknya," 12 August 2014. [Online]. Didapat: <https://zoniaelektro.net/mengenal-robot-dan-karakteristiknya/>. [Diakses 6 Juni 2019].
- [6] A. Purnama, "Pengendali motor stepper," 15 Januari 2019. [Online]. Didapat: <http://elektronika-dasar.web.id/about-us/>. [Diakses 2 Mei 2019].
- [7] 2019. [Online]. Didapat: https://id.wikipedia.org/wiki/Robot_humanoid. [Diakses 3 September 2019].
- [8] Michael Jae-Yoon Chung, "PLoS ONE," *Public Library of Science (PLoS)*.
- [9] A. T. Fransiscus Ati Halim, "Perancangan Robot Humanoid dengan Kemampuan Pergerakan Auntonomoue Mengikuti Objek," 2017.
- [10] D. Forum, "*Stepper motor*Autonics Sebagai Penggerak Lengan Robot Industri," 29 January 2015. [Online]. Didapat: <http://forum.detik.com/stepper-motor-autonics-sebagai-penggerak-lengan-robot-industri-t1121508.html>. [Diakses 8 Agustus 2019].
- [11] George, 11 January 2012. [Online]. Dapat: <https://circuitspecialists.com/blog/unipolar-stepper-motor-vs-bipolar->

stepper-motors/. [Diakses 10 Agustus 2019].

- [12] Pamungkas, "ESCO," 6 March 2019. [Online]. Dapat: <https://pamungkas99.wordpress.com/2010/03/06/motor-stepper/>. [Diakses 21 Agustus 2019].

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama lengkap : Ilham Fachrul Rozy
Tempat & Tanggal Lahir : Padang, 5 November 1997
Alamat rumah : Gg. Cempaka Kel. Padang
Mulia, Kec. Koba
Telp : 0822 9893 3575
Hp : 0852 7906 9554
Email : ilhamfachrulrozy0511@gmail.com
Jenis kelamin : Laki-laki
Agama : Islam



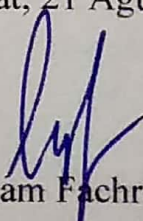
2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 5 Koba
SMP Negeri 1 Koba
SMA Negeri 1 Koba

3. Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 21 Agustus 2019


Ilham Fachrul Rozy

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Data Pribadi

Nama lengkap : Vina Fi Rizqi
Tempat & Tanggal Lahir : Gresik, 12 Desember 1998
Alamat rumah : Jl Pahlawan 12 Gg Amanas Seman,
Kec. Rangkui, Kel. Taman Bunga
Telp : 0819 4907 8439
Hp : 0857 5831 5705
Email : rizqifivinal2@gmail.com
Jenis kelamin : Perempuan
Agama : Islam



2. Riwayat Pendidikan

SD Negeri 68 Pangkalpinang
SMP Negeri 5 Pangkalpinang
SMA Negeri 3 Pangkalpinang

3. Pendidikan Non Formal

-

Sungailiat, 21 Agustus 2019

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Vina Fi Rizqi', with a stylized flourish at the end.

Vina Fi Rizqi



LM324

LINEAR INTEGRATED CIRCUIT

QUAD OPERATIONAL AMPLIFIERS

DESCRIPTION

The UTC **LM324** consists of four independent, high gain internally frequency compensated operational amplifiers which are designed specifically to operated from a single power supply over a wide voltage range. Operation from split power supplies is also possible. Application areas include transducer amplifier, DC gain blocks and all the conventional OP amp circuits which now can be easily implemented in single power supply system.

FEATURES

- *Internally frequency compensated for unity gain.
- *Large DC voltage gain :100dB.
- *Wide operating supply range ($V_{CC}=3V\sim 32V$).
- *Input common-mode voltage includes ground.
- *Large output voltage swing: From 0V to $V_{CC}-1.5V$.
- *Power drain suitable for battery operation.

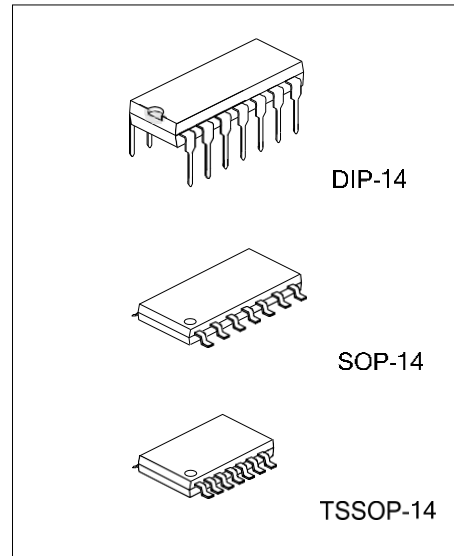
ORDERING INFORMATION

Ordering Number		Package	Packing
Lead Free	Halogen-Free		
LM324L-D14-T	LM324G-D14-T	DIP-14	Tube
LM324L-S14-R	LM324G-S14-R	SOP-14	Tape Reel
LM324L-P14-R	LM324G-P14-R	TSSOP-14	Tape Reel

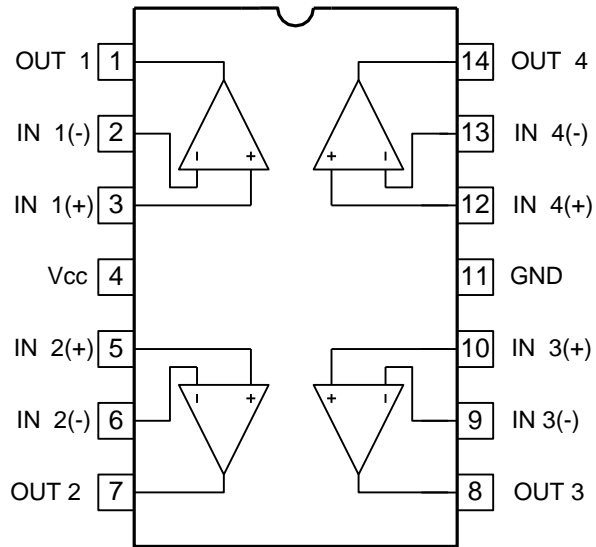
<p>LM324G-D14-T</p> <p>(1) Packing Type (2) Package Type (3) Green Package</p>	<p>(1) T: Tube, R: Tape Reel (2) DIP: DIP-14, S14: SOP-14, P14: TSSOP-14 (3) G: Halogen Free and Lead Free, L: Lead Free</p>
--	--

MARKING

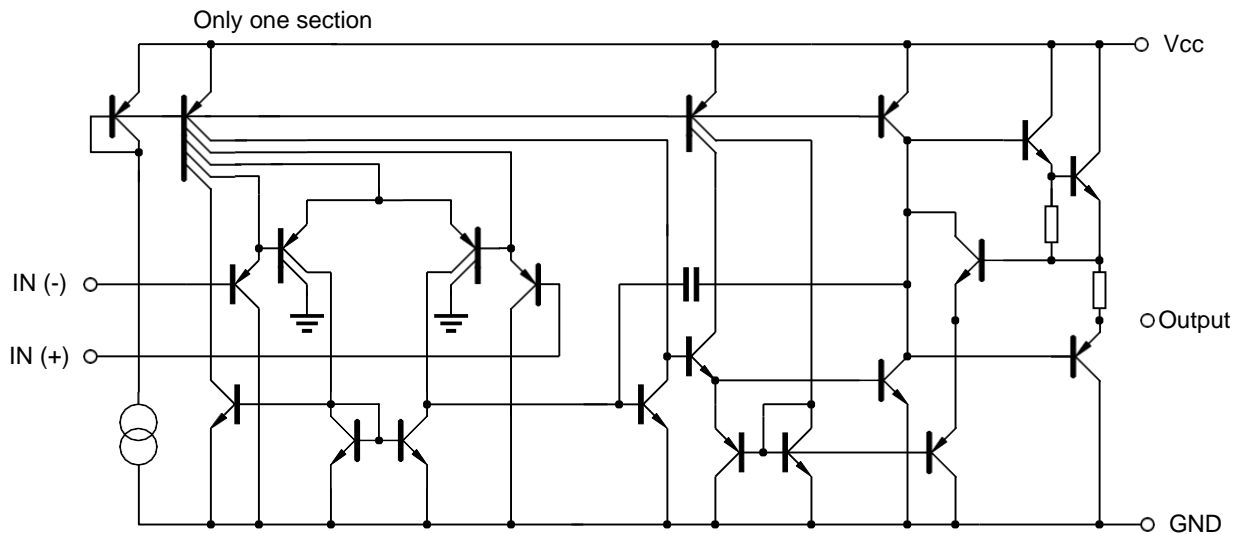
DIP-14	SOP-14 / TSSOP-14
<p>UTC □□□□ → Date Code L: Lead Free G: Halogen Free □□ → Lot Code</p>	<p>UTC □□□□ → Date Code L: Lead Free G: Halogen Free □□ → Lot Code</p>



■ PIN DESCRIPTION



■ BLOCK DIAGRAM



■ ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

PARAMETER		SYMBOL	RATINGS	UNIT
Supply Voltage		V_{CC}	± 16 or 32	V
Differential Input Voltage		$V_{I(DIFF)}$	± 32	V
Input Voltage		V_{IN}	-0.3 ~ +32	V
Power Dissipation	DIP-14	P_D	800	mW
	SOP-14		580	mW
	TSSOP-14		460	mW
Operating Temperature		T_{OPR}	-40 ~ +85	°C
Storage Temperature		T_{STG}	-65 ~ +150	°C

Note: Absolute maximum ratings are those values beyond which the device could be permanently damaged.

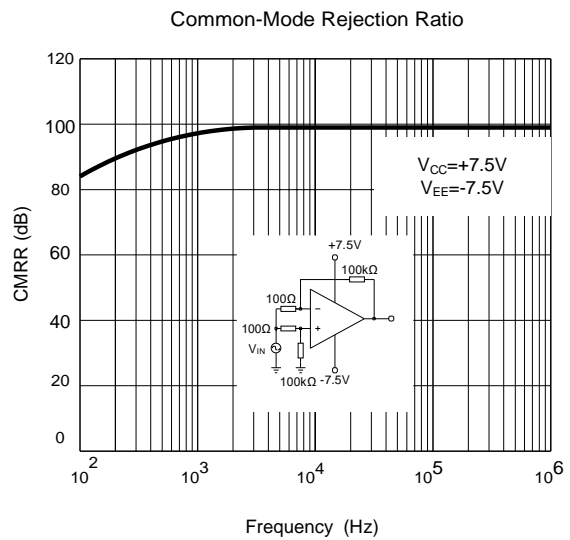
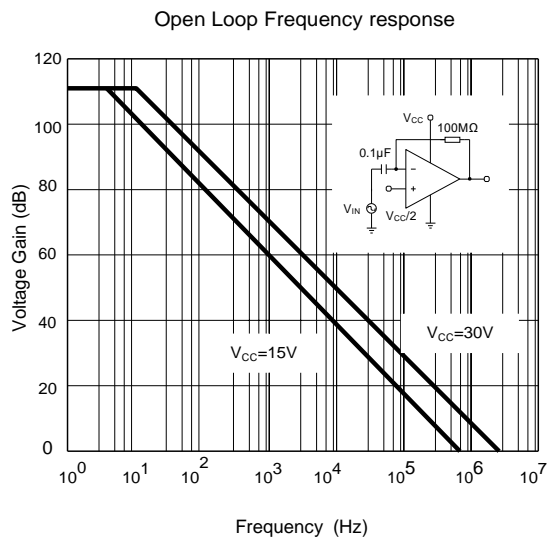
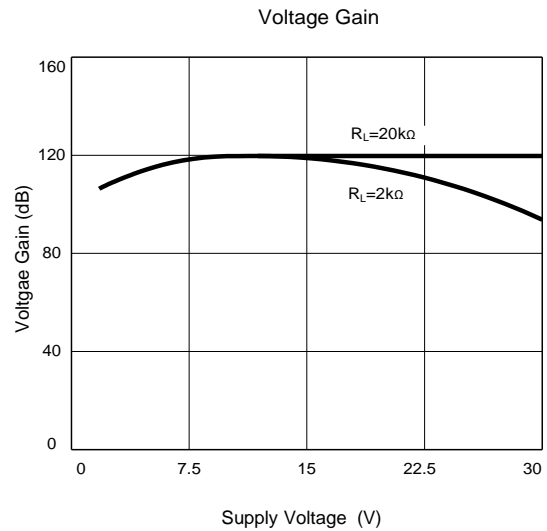
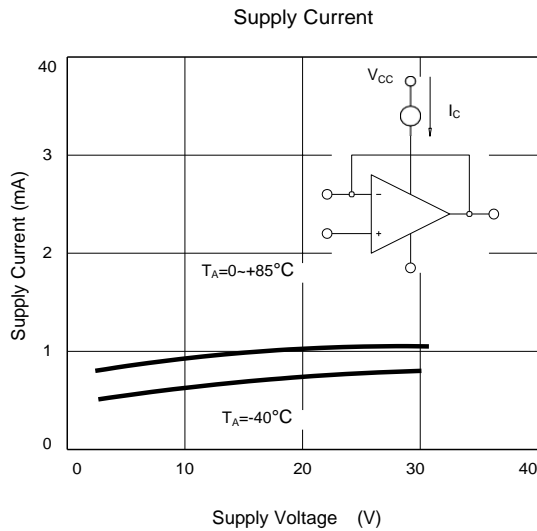
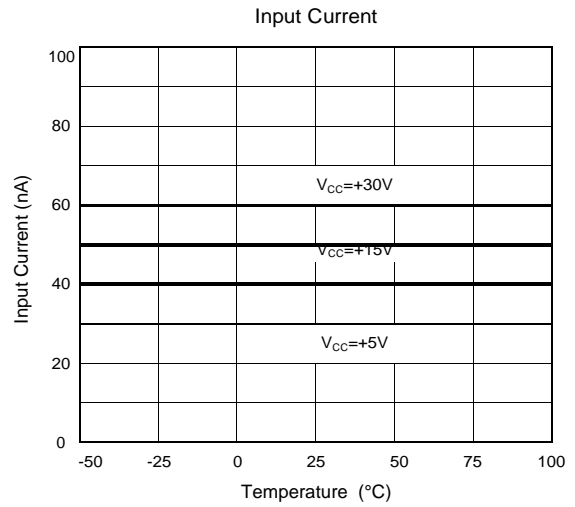
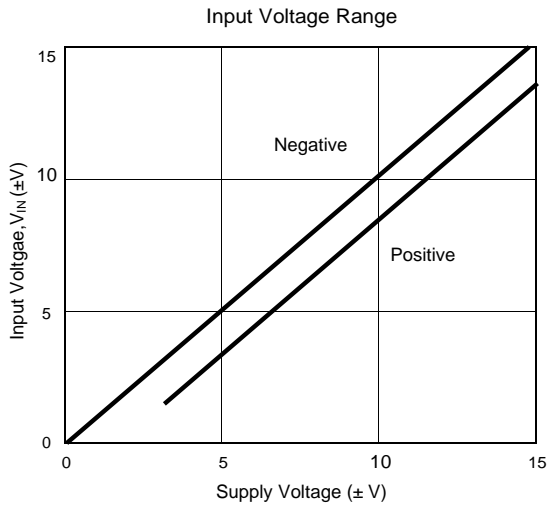
Absolute maximum ratings are stress ratings only and functional device operation is not implied.

■ ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{CC}=5.0V$, All voltage referenced to GND unless otherwise specified.)

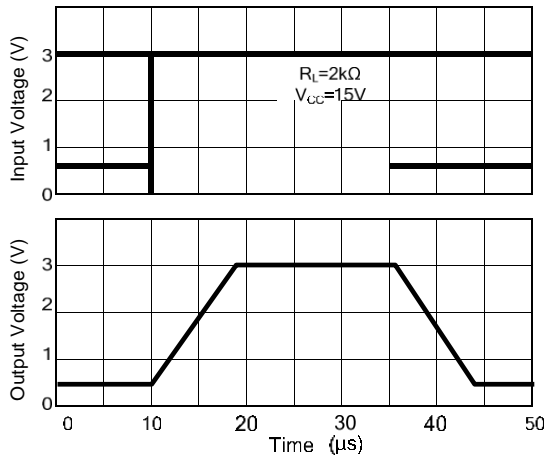
PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Input Offset Voltage	$V_{I(OFF)}$	$V_{CM}=0V$ to $V_{CC}-1.5V$ $V_{O(P)}=1.4V$, $R_S=0\Omega$			5.0	mV
Input Offset Current	$I_{I(OFF)}$				50	nA
Input Bias Current	$I_{I(BIAS)}$				250	nA
Input Common Mode Voltage	$V_{I(CM)}$	$V_{CC}=30V$	0	$V_{CC}-1.5$		V
Power Supply Current	I_{CC}	$R_L=\infty$, $V_{CC}=30V$		1.0	3.0	mA
		$V_{CC}=5V$		0.7	1.2	mA
Large Signal Voltage Gain	G_V	$V_{CC}=15V$, $R_L \geq 2K\Omega$ $V_{O(P)}=1V \sim 11V$	25	100		V/mV
Output Voltage Swing	$V_{O(H)}$	$V_{CC}=30V$, $R_L=2K\Omega$	26			V
		$V_{CC}=30V$, $R_L=10K\Omega$	27	28		V
	$V_{O(L)}$	$V_{CC}=5V$, $R_L > 10K\Omega$		5	20	mV
Common Mode Rejection Ratio	CMRR		65	75		dB
Power Supply Rejection Ratio	PSRR		65	100		dB
Channel Separation	CS	$f=1KHZ \sim 20KHZ$		120		dB
Short Circuit Current to Ground	I_{SC}			40	60	mA
Output Current	I_{SOURCE}	$V_{I(+)}=1V$, $V_{I(-)}=0V$ $V_{CC}=15V$, $V_{O(P)}=2V$	20	40		mA
	I_{SINK}	$V_{I(+)}=0V$, $V_{I(-)}=1V$ $V_{CC}=15V$, $V_{O(P)}=2V$	10	13		mA
		$V_{I(+)}=0V$, $V_{I(-)}=1V$ $V_{CC}=15V$, $V_{O(P)}=200mV$	12	45		μA
Differential Input Voltage	$V_{I(DIFF)}$				V_{CC}	V

TYPICAL CHARACTERISTICS

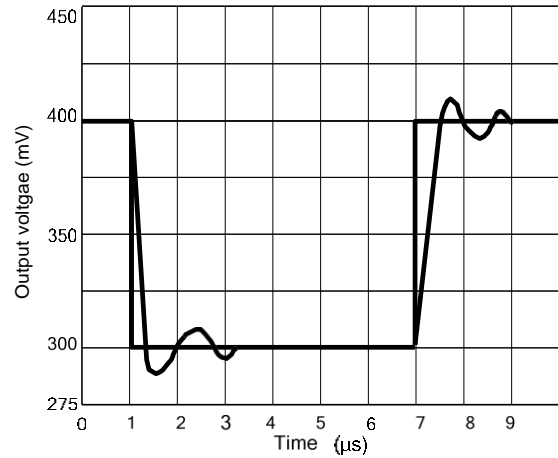


■ TYPICAL CHARACTERISTICS(cont.)

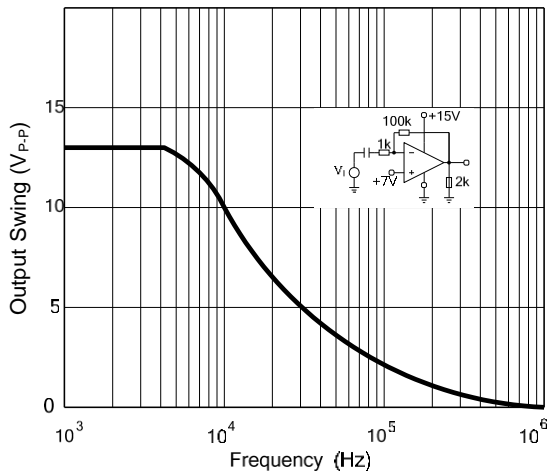
Voltage Follower Pulse Response



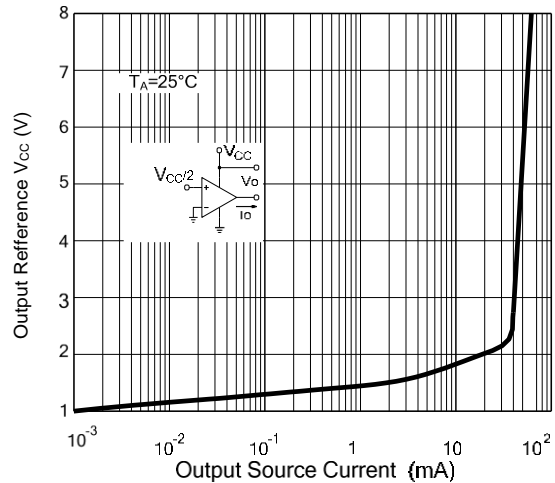
Voltage Follower pulse response (small signal)



Large Signal Frequency Response



Output Characteristics Current Sourcing



UTC assumes no responsibility for equipment failures that result from using products at values that exceed, even momentarily, rated values (such as maximum ratings, operating condition ranges, or other parameters) listed in products specifications of any and all UTC products described or contained herein. UTC products are not designed for use in life support appliances, devices or systems where malfunction of these products can be reasonably expected to result in personal injury. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner. UTC reserves the right to make changes to information published in this document, including without limitation specifications and product descriptions, at any time and without notice. This document supersedes and replaces all information supplied prior to the publication hereof.

1.8° 42mm Hybrid Stepper Motor-NEMA17



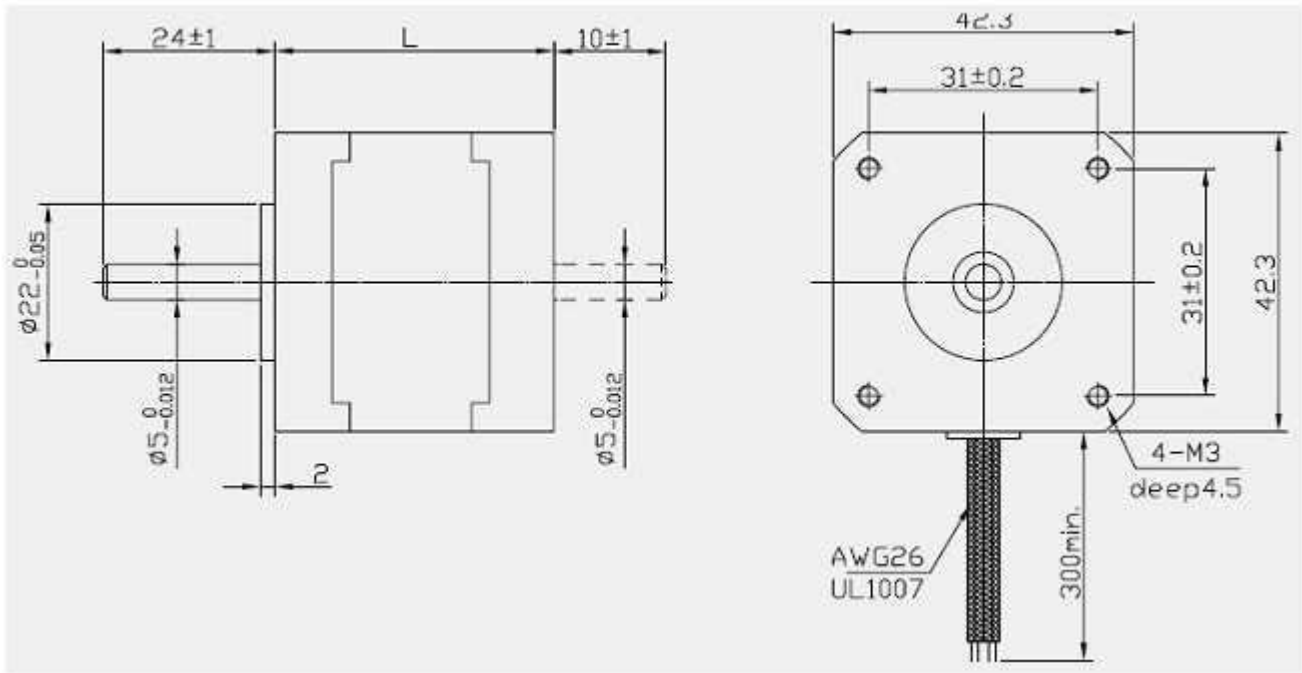
General Specification:

Item	Specifications
Step Angle	1.8°
Temperature Rise	80°Cmax
Ambient Temperature	-20°C~+50°C
Insulation Resistance	100 MΩ Min. ,500VDC
Dielectric Strength	500VAC for 1minute
Shaft Radial Play	0.02Max. (450g-load)
Shaft Axial Play	0.08Max. (450g-load)
Max. radial force	28N (20mm from the flange)
Max. axial force	10N

Electrical Specifications:

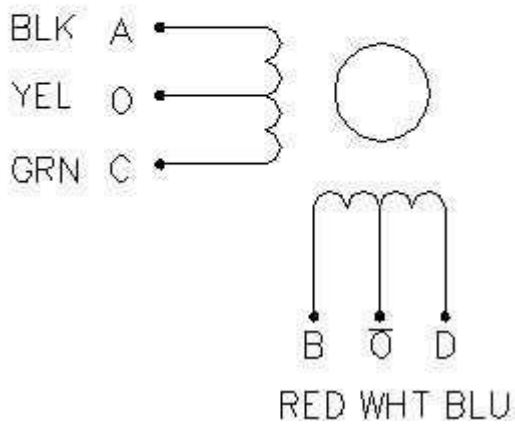
Model No.	Step Angle (°)	Motor Length (L)mm	Current /Phase A	Resistance /Phase Ω	Inductance /Phase mH	Holding Torque kg.cm	# of Leads No.	Detent Torque g.cm	Rotor Inertia g.cm	Mass Kg
42HS34-0956	1.8	34	0.95	4.2	2.5	1.6	6	120	34	0.22
42HS34-0406	1.8	34	0.4	24	15	1.6	6	120	34	0.22
42HS34-0316	1.8	34	0.31	38.5	21	1.6	6	120	34	0.22
42HS34-1334	1.8	34	1.33	2.1	2.5	2.6	4	120	34	0.22
42HS34-0404	1.8	34	0.4	30	35	2.6	4	120	34	0.22
42HS40-0404	1.8	34	0.4	30	60	4.0	4	150	54	0.28
42HS40-1206	1.8	40	1.2	3.3	3.2	2.8	6	150	54	0.28
42HS40-0806	1.8	40	0.8	7.5	6.7	2.6	6	150	54	0.28
42HS40-1704	1.8	40	1.7	1.65	3.2	4.0	4	150	54	0.28
42HS40-0406	1.8	40	0.4	30	30	2.6	6	150	54	0.28
42HS40-1684	1.8	40	1.68	1.65	3.2	4.0	4	150	54	0.28
42HS48-1206	1.8	48	1.2	3.3	2.8	3.17	6	260	68	0.35
42HS48-0806	1.8	48	0.8	7.5	6.3	3.17	6	260	68	0.35
42HS48-0406	1.8	48	0.4	30	25	3.17	6	260	68	0.35
42HS48-1684	1.8	48	1.68	1.65	2.8	4.4	4	260	68	0.35
42HS60-1206	1.8	60	1.2	6	7	6.5	6	280	102	0.5

Dimensions:(Unit=mm)

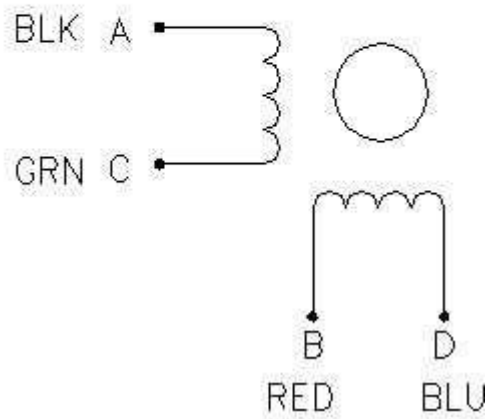


Wiring Diagram:(接线图)

6 LEADS

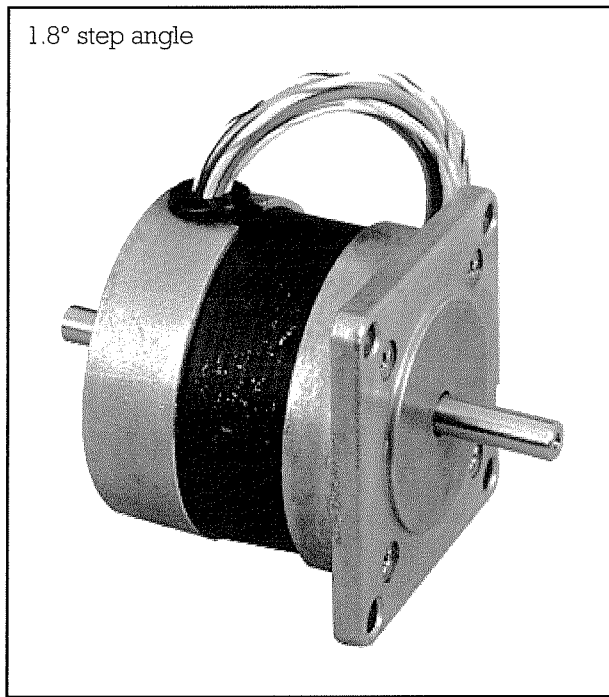


4 LEADS



Datasheet

Size	Rear shaft	No. of wires	RS stock no.
17	No	6	440-420
	Yes		440-436
	No		191-8299
	No		191-8306
23	No	8	440-442
	Yes	8	440-458
	No	8	191-8328
	No	8	191-8334
	No	8	191-8340
	No	8	191-8356
	No	8	191-8362
	No	8	191-8378
34	Yes	8	440-464
	No	8	440-470



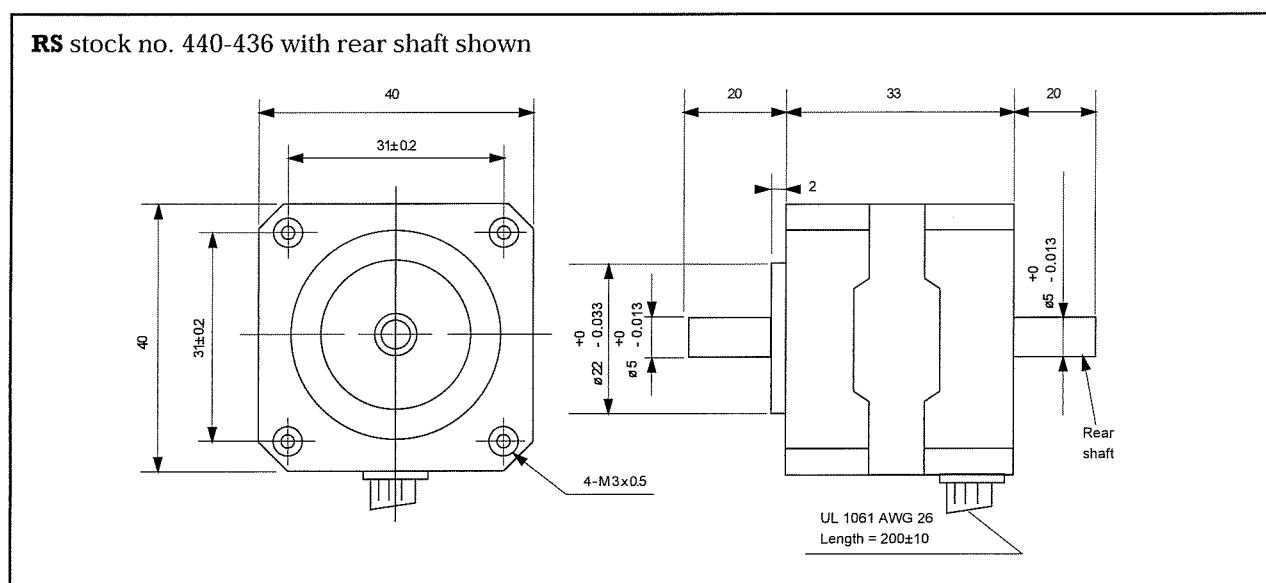
These 4 phase hybrid stepper motors are capable of delivering much higher working torques and stepping rates than permanent magnet (7.5° and 15°) types. Whilst at the same time maintaining a high detent torque even when not energised. This feature is particularly important for positional integrity. Many of the motors are directly compatible with the RS stepper motor drive boards (RS stock nos. 332-098, 342-051 and 440-240).

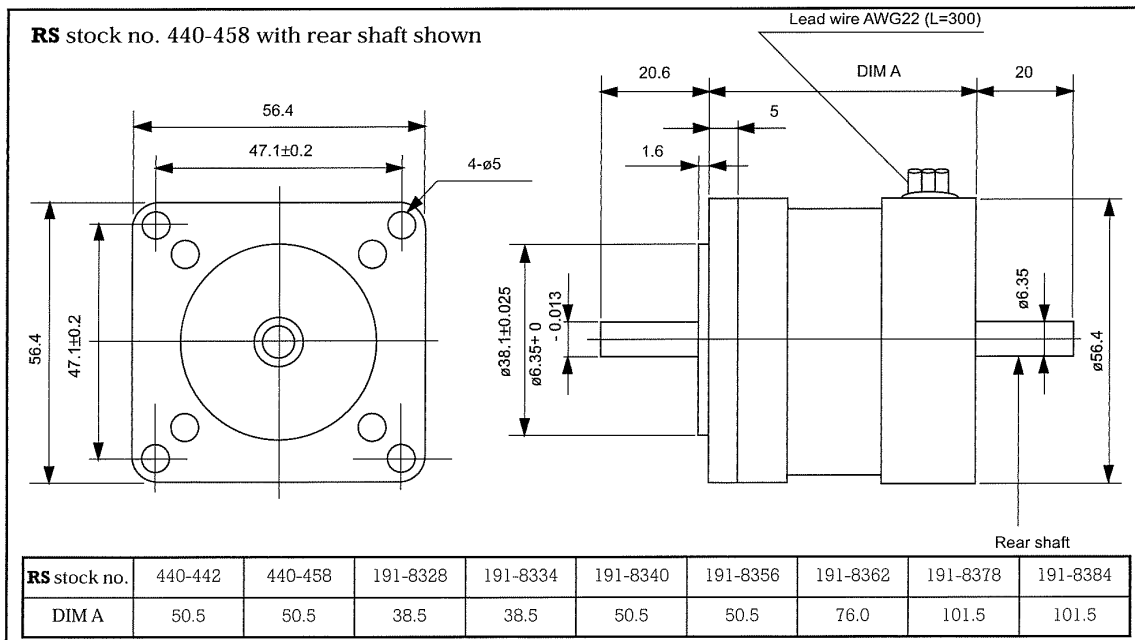
Size 34 motors and a number of size 23 motors are supplied in 8-lead configuration which allows the maximum flexibility when connecting to the drive boards.

Rear extension shafts are provided on three of the motors to enable connection of other drive requirements and feedback devices.

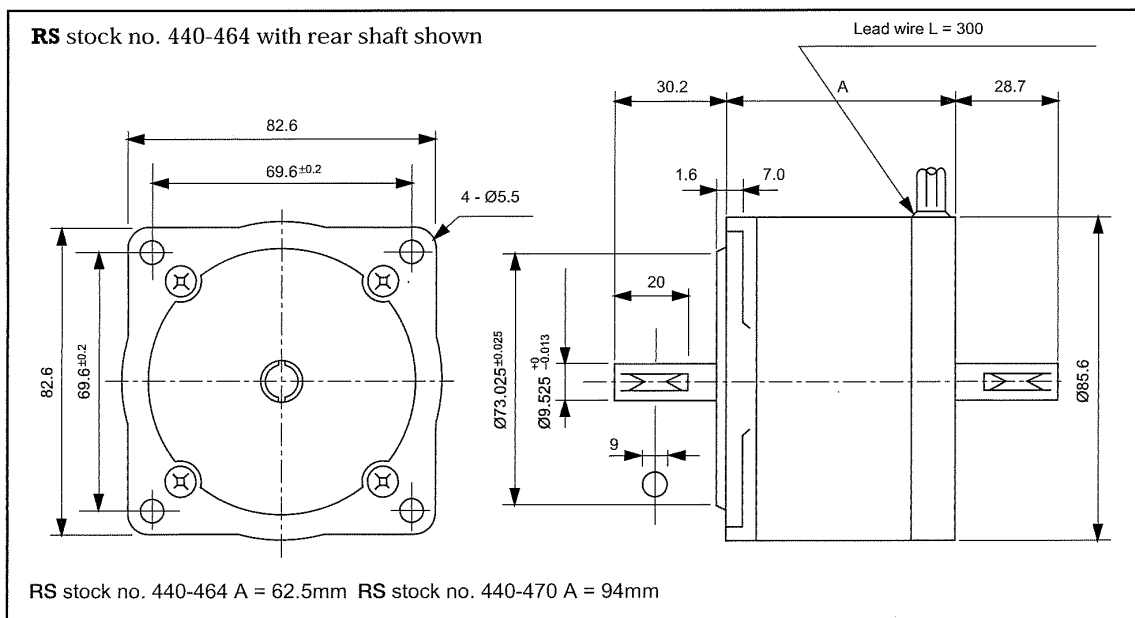
Size 17

RS stock no. 440-436 with rear shaft shown

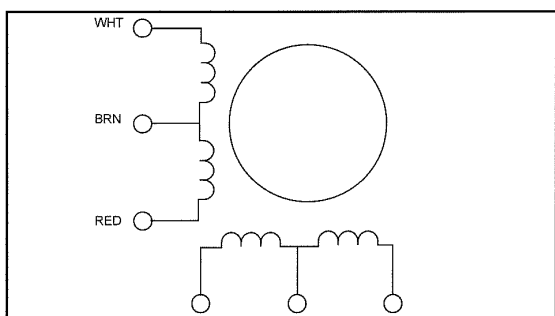




Size 34

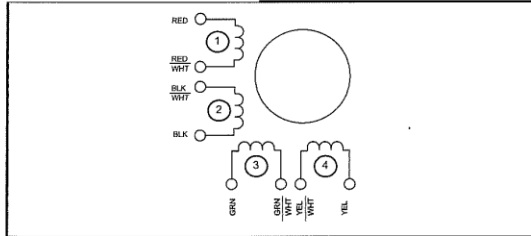


6 Wire configuration



Exciting sequence and direction of rotation when facing mounting flange end.

Step	White	Blue	Red	Yellow	Brown	CW
1	On	On			+dcV	↓
2		On	On			
3			On	On		
4	On			On		



Exciting sequence and direction of rotation when facing mounting flange end.

Step	Red	Green	Black	Yellow	Com	CW
1	On	On			+dcV	↓
2		On	On			
3			On	On		
4	On			On		

Technical specification

RS stock no.	440-420	440-436	440-442	440-458	440-464	440-470
Rated voltage (V)	5	12	5	12	3	2.5
Rated current (I)	0.5	0.16	1	0.6	2	4.5
Resistance (Ω)	10	75	5	20	1.5	0.56
Inductance (mH)	6	36	9	32	4.5	2.8
Detent torque (mHm)	5	4	30	30	40	100
Holding torque (mNm)	70	70	500	500	1200	2200
Step angle accuracy (%)	5	5	5	5	5	5
Step angle	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Insulation class	B	B	B	B	B	B

RS stock no.	191-8299	191-8306	191-8328	191-8334	191-8340	191-8356	191-8362	191-8378	191-8384
Rated voltage (V)	12	15	5	12	12	12	5.4	3.4	6
Rated current (I)	0.4	0.4	1	0.4	0.48	0.6	1.4	2.85	1.8
Resistance (Ω)	30	45	5	40	25	20	3.8	1.2	3.5
Inductance (mH)	14	22	5.7	40	33	32	6.8	1.5	7.3
Detent torque (mHm)	3.5	3.5	14.8	14.8	29.6	29.6	56.5	77.6	77.6
Holding torque (mNm)	100	100	260	260	494	494	882	1200	1200
Step angle accuracy (%)	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Step angle	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
Insulation class	B	B	B	B	B	B	B	B	B

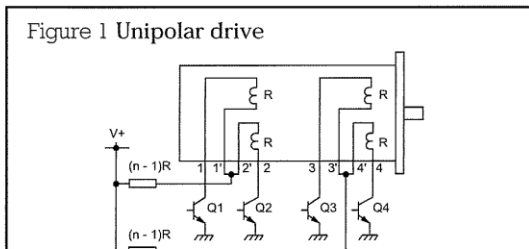
Resonance

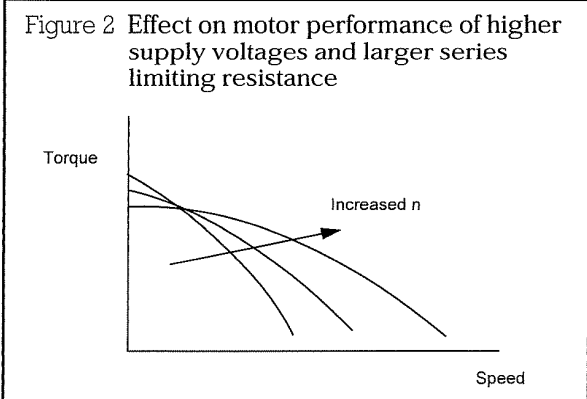
Certain operating frequencies cause resonance and the motor loses track of the drive input. Audible vibration may accompany resonance conditions. These frequencies should be avoided if possible. Driving the motor on the half step mode (see motor drive methods) greatly reduces the effect of resonance. Alternatively extra load inertia and external damping may be added to shift resonance regions away from the operating frequency.

Motor drive methods

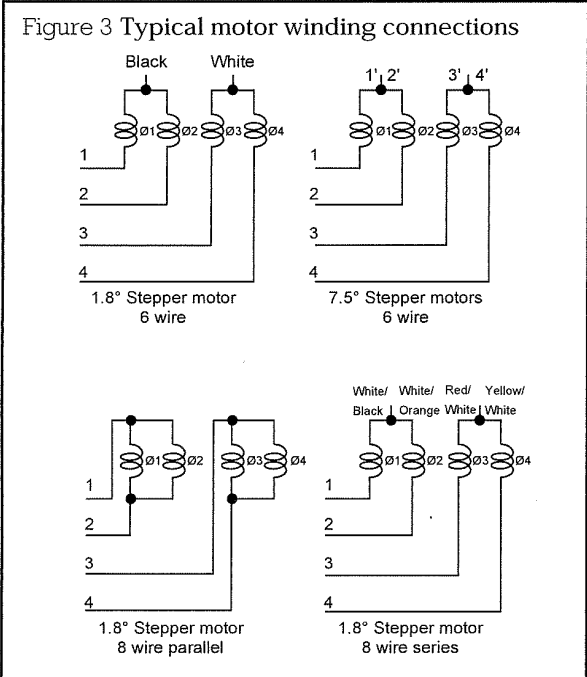
The normal way of driving a 4-phase stepper motor is shown in Figure 1.

This is commonly known as the 'Unipolar L/nr drive'. Here the current in each winding, when energised, flows in one direction only 'n', value is ≥ 1 (but not necessarily an integer) and nR is the sum of the external resistance plus the winding resistance (R). By selecting a higher value for n (ie. larger external resistance) and using a higher dc supply to maintain the rated voltage and current for each winding, improved torque speed characteristics can be obtained. Thus a 6V, 6 Ω motor (1A per phase) can be driven from a 6Vdc supply without any series resistor, in the L/R mode. Alternatively it can be driven from a 24Vdc supply using 18 Ω series resistance in the L/4R mode with much improved performance.





Connection to RS bipolar stepper motor board
 When the windings of the RS stepper motors are assigned (Ø1-Ø4) as shown in Figure 3, they can be connected to the board according to Figure 1.



When using 8 lead motors with coils in parallel the motor current should be set no greater than:

$$I \text{ per phase} \times \sqrt{2}$$

When using 6 lead or 8 lead motors with coils in series the motor current should be set no greater than:

$$I \text{ per phase} \times \sqrt{\frac{1}{2}}$$

Motors with 4 leads have a bipolar rating and can be used according to manufacturer's specification.

To step a motor in a particular direction a specific switching sequence for the drive transistors Q1-Q4 needs to be followed. If this sequence is in Table 1 (known as the unipolar full step mode) it results in the rotor advancing through one complete step at a time.

Table 1 Full step mode

Step No.	Q1	Q2	Q3	Q4
Start position (arbitrary)	ON	OFF	OFF	ON
1	ON	OFF	ON	OFF
2	OFF	ON	ON	OFF
3	OFF	ON	OFF	ON
4	ON	OFF	OFF	ON
5	ON	OFF	ON	OFF

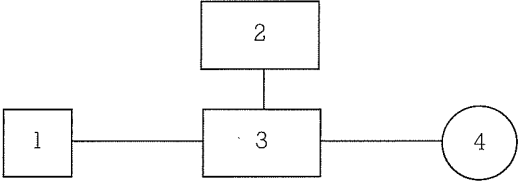
Above sequence repeating

Table 2 Half step mode

Step No.	Q1	Q2	Q3	Q4
Start position	ON	OFF	ON	OFF
1	ON	OFF	OFF	OFF
2	ON	OFF	OFF	ON
3	OFF	OFF	OFF	ON
4	OFF	ON	OFF	ON
5	OFF	ON	OFF	OFF
6	OFF	ON	ON	OFF
7	OFF	OFF	ON	OFF
8	ON	OFF	ON	OFF
9				

Above sequence repeating

Typical stepper motor control system
 The operation of a stepper motor requires the presence of the following elements:



1. **A control unit.** Usually a microprocessor based unit which gives step and direction signals to the drive card. RS stepper motor control board (RS stock no. 440-098) is ideally suited for this function.
2. **Power supply.** Giving the required voltage and current for the drive card using a linear power supply.
3. **Drive card.** This converts the signals from the control unit in to the required stepper motor sequence. RS stock nos. 332-098, 342-051 and 440-240 are designed for the function.
4. **Stepper motor.**

Stepper motor drive boards

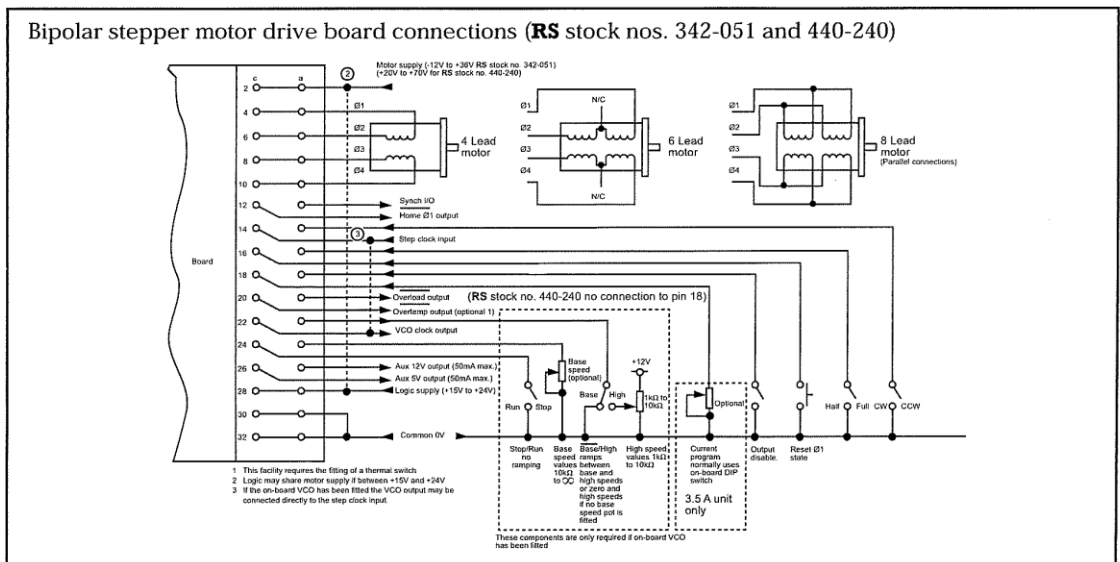
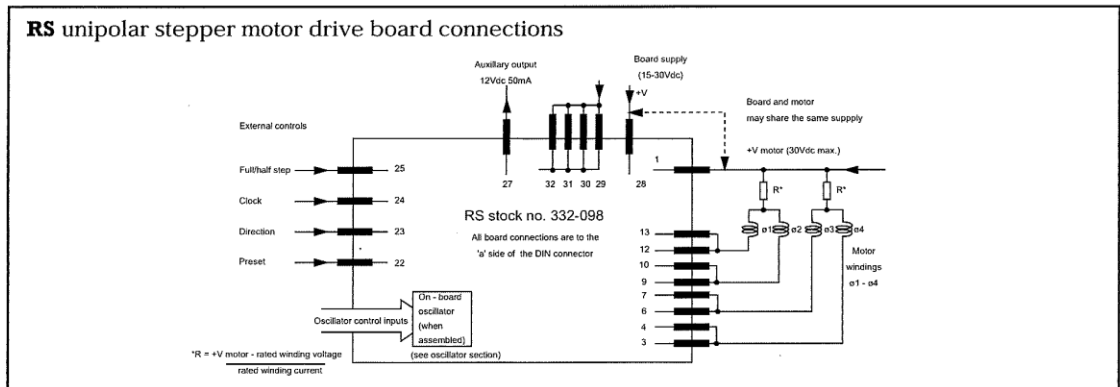
For control of stepper motors RS has three types of stepper drive board which are suitable to drive stepper motors of various current ranges.

Drive board	RS stock nos.	Suitable stepper motors	Suggested wiring configuration
Unipolar 2A (RS stock no. 332-098) This drive is only suitable for applications where low speeds and low torques are required	440-420	Size 17	N/A
	440-436	Size 17	
	191-8299	Size 17	
	191-8306	Size 17	
	440-442	Size 23	
	440-458	Size 23	
	191-8328	Size 23	
	191-8334	Size 23	
	191-8340	Size 23	
	191-8356	Size 23	
	191-8362	Size 23	
191-8384	Size 23		
Bipolar 3.5A (RS stock no. 342-051) Suitable for medium current, medium torque applications	440-442	Size 23	Series or parallel Parallel connection
	440-455	Size 23	
	191-8328	Size 23	
	191-8362	Size 23	
	191-8378	Size 23	
	191-8384	Size 23	
	440-464	Size 34	
440-470	Size 34	Series or parallel Series or parallel connection	
Bipolar 6A (RS stock no. 440-240). Suitable for high current, high torque applications	191-8378	Size 23	Series or parallel Parallel Parallel connection Series or parallel connection
	191-8384	Size 23	
	440-464	Size 34	
	440-470	Size 34	

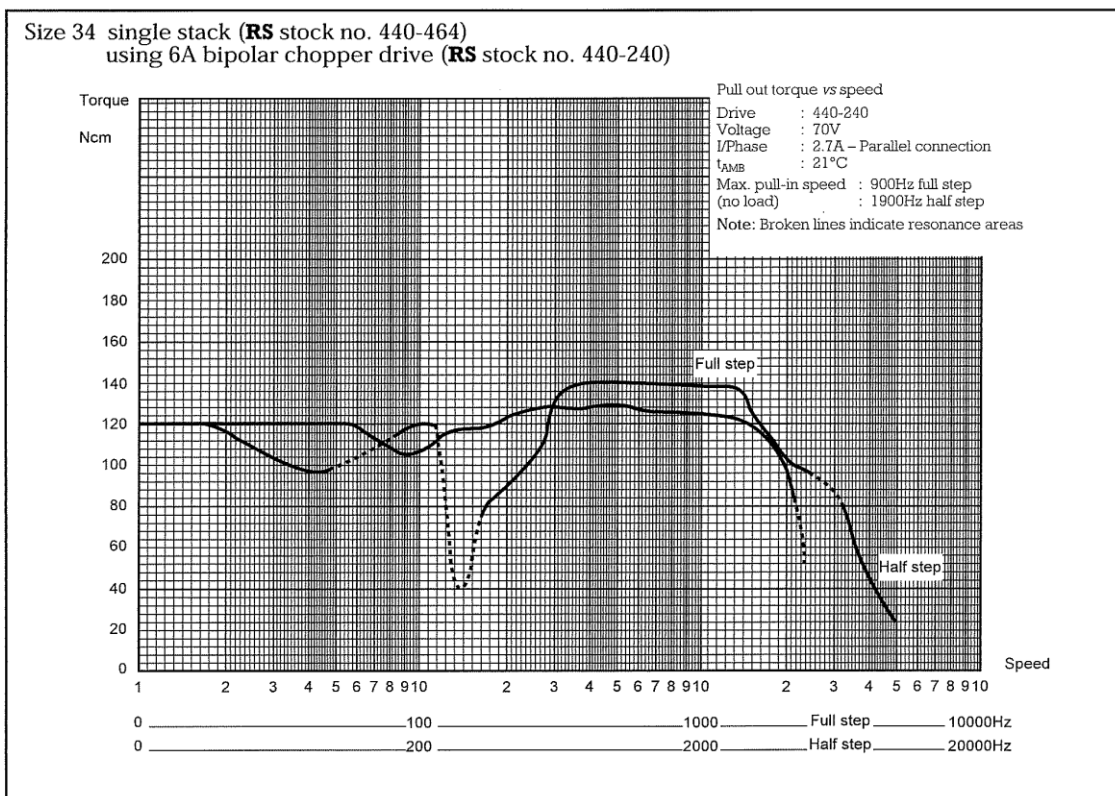
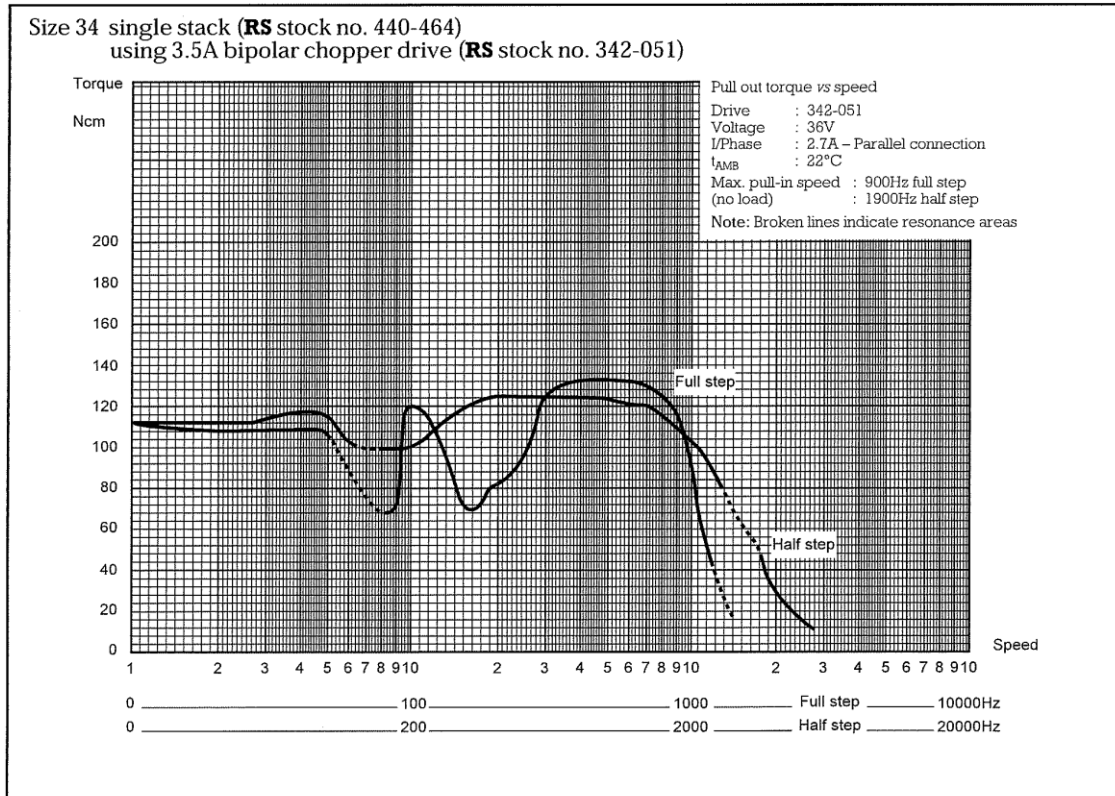
Note: Connecting a stepper motor in series will give a good low speed high torque performance.

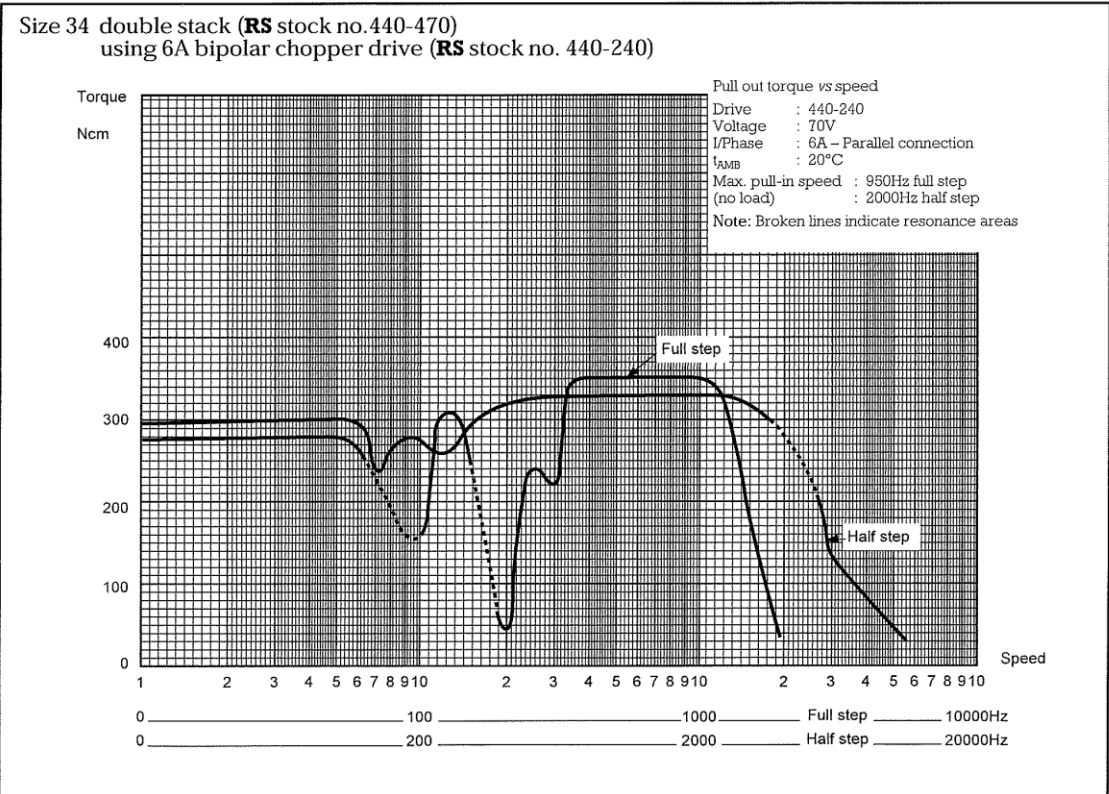
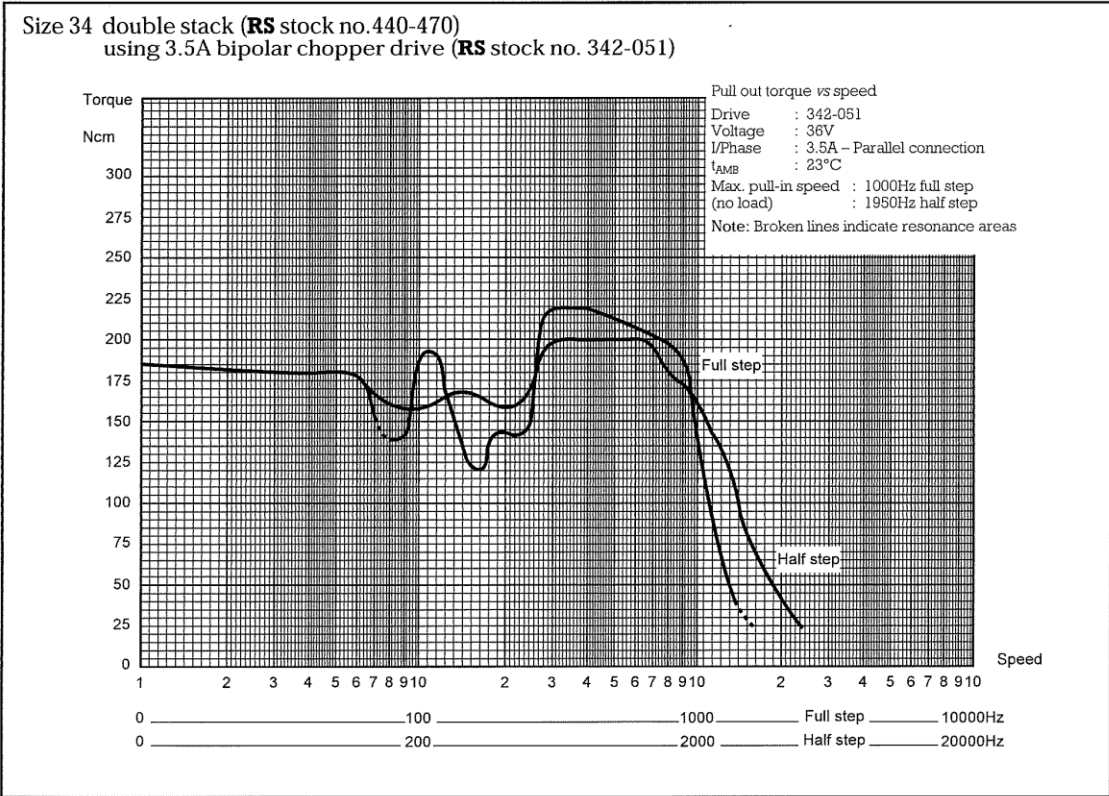
Connecting a stepper motor in parallel will give a good high speed lower torque performance.

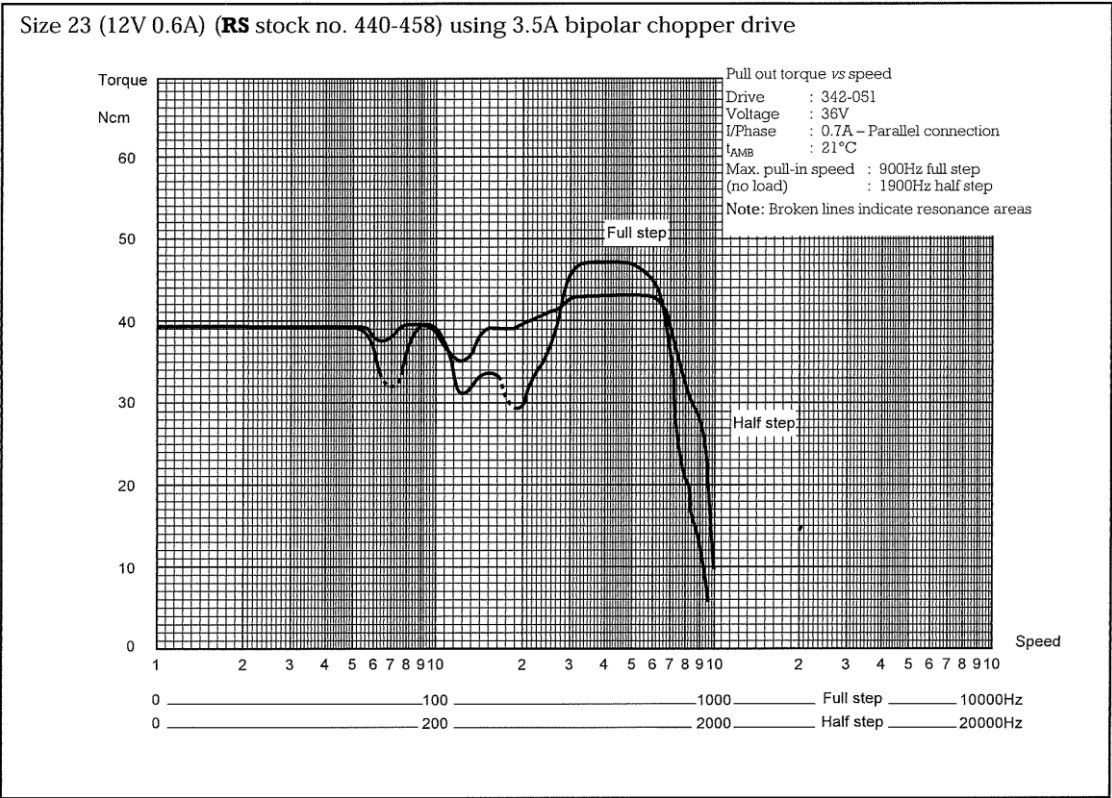
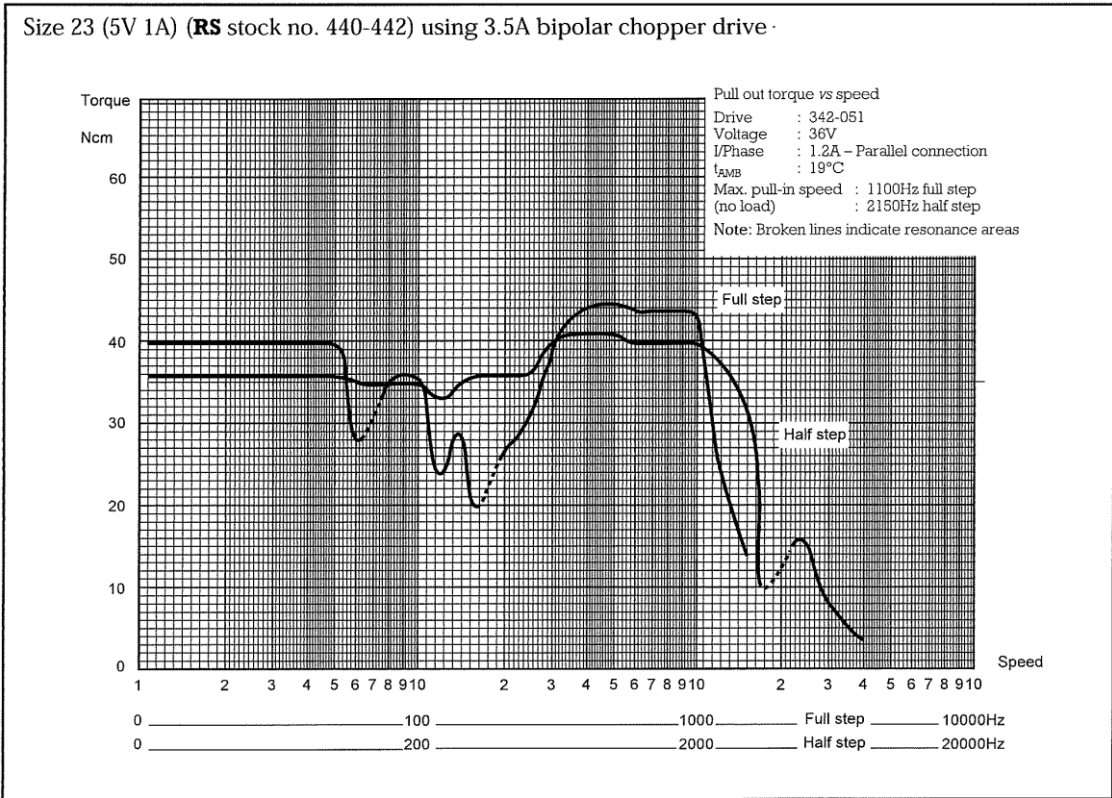
Drive board connections

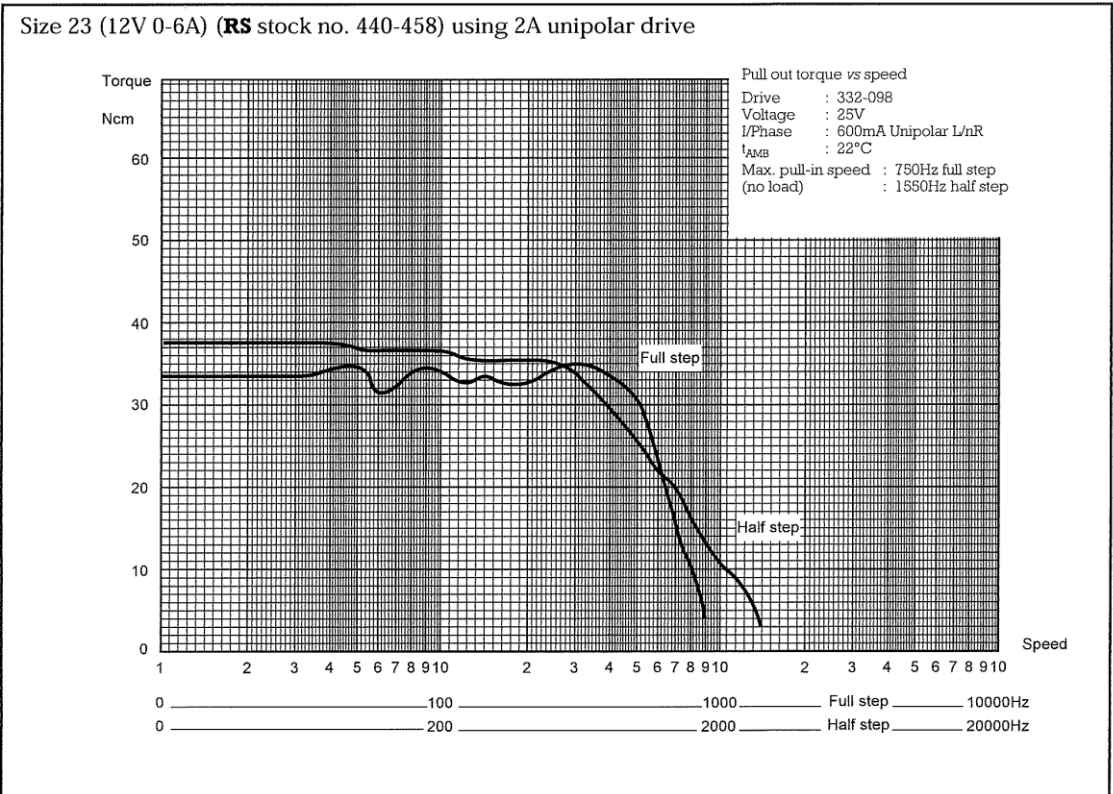
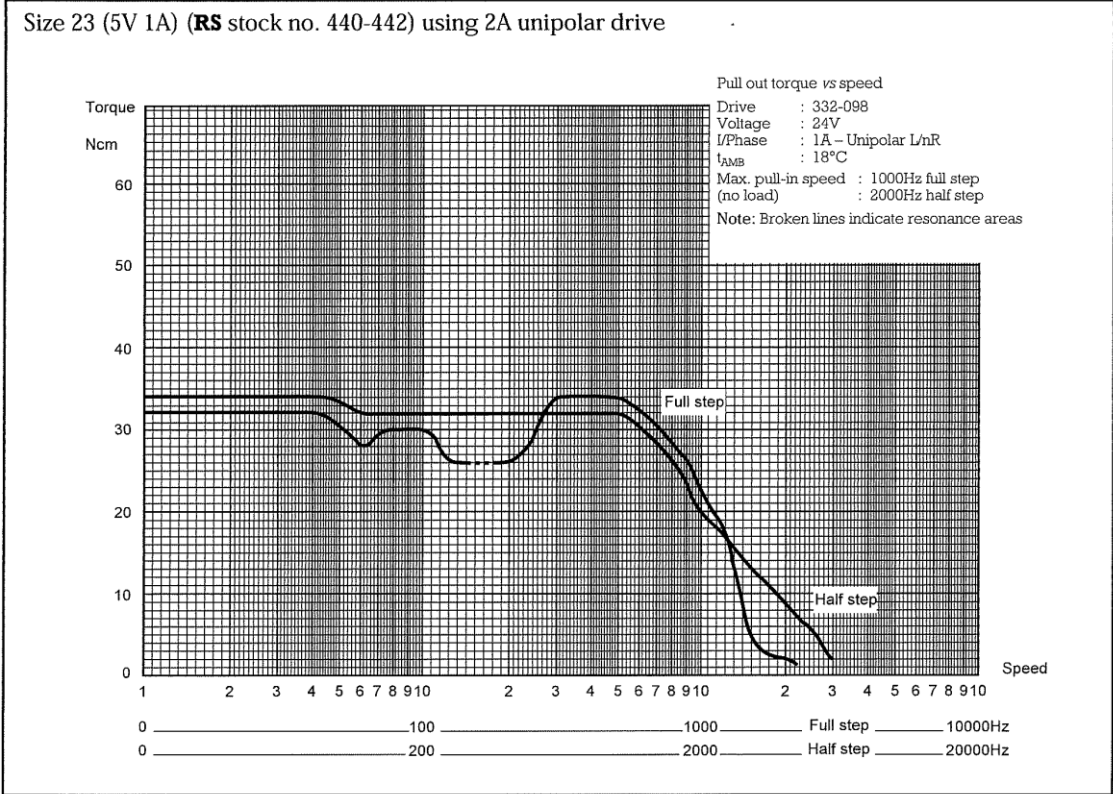


Typical drive motor speed torque curves

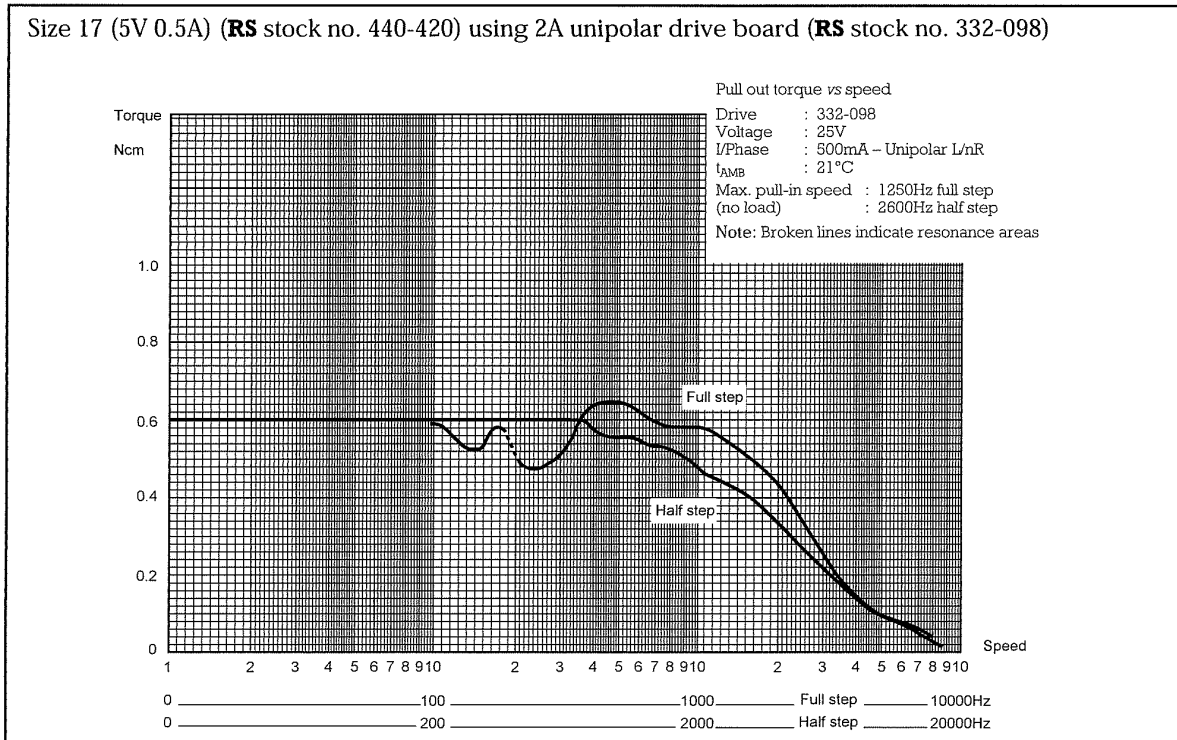








Size 17 (5V 0.5A) (RS stock no. 440-420) using 2A unipolar drive board (RS stock no. 332-098)



Size 17 (12V 0.16A) (RS stock no. 440-436) using 2A unipolar drive board (RS stock no. 332-098)

