

**PEMBANGUNAN SISTEM PENGEKOD UNTUK PENGUKURAN LAJU
MOTOR ARUS TERUS**

Oleh

Mohd Azizi Bin Mohd Azmi

**Disertasi ini dikemukakan kepada
UNIVERSITI SAINS MALAYSIA**

**Sebagai memenuhi sebahagian daripada syarat keperluan
untuk ijazah dengan kepujian**

SARJANA MUDA KEJURUTERAAN (KEJURUTERAAN MEKATRONIK)

**Pusat Pengajian Kejuruteraan
Elektrik dan Elektronik
Universiti Sains Malaysia**

Mac 2006

ABSTRAK

Dalam bidang kejuruteraan, pengukuran adalah sangat penting. Ketepatan dan kejituan dalam sesuatu rekabentuk menentukan kualiti yang terbaik. Pengukuran laju merupakan salah satu bidang dalam kejuruteraan. Pembinaan sistem pengekod ini adalah untuk mengukur laju motor arus terus bagi suatu lingkungan saiz diameter rotor. Projek ini menggabungkan beberapa fasa penting dalam merekabentuk sistem pengukuran ini. Fasa-fasa tersebut adalah litar pembeda, untuk menukar perubahan pada roda pengekod kepada isyarat analog; litar penyahkod yang menggunakan cip D-Flip Flop, untuk membina isyarat digit kepada isyarat denyut yang telah dibilang; litar pengawal mikro PIC16F877, untuk membaca isyarat denyut dan mengira serta menghantar bacaan ke litar paparan LCD; litar paparan LCD, untuk memapar halaju rotor; dan rekabentuk roda pengekod. Kelebihan rekabentuk roda pengekod adalah ianya boleh digunakan pada suatu julat saiz motor arus terus. Sistem pengukuran halaju ini boleh digunakan pada putaran motor mengikut dan melawan arah jam. Rekabentuk ini juga mempunyai ciri-ciri mesra pengguna dan sesuai digunakan untuk pengukuran dalam amali, latihan mahupun dalam sesuatu kajian yang sedang dijalankan.

ABSTRACT

In engineering, measurement is important. The accuracy of a product or design represent its quality. Speed is one of the measurement that is really important in engineering and other aspects. The development of the speed measurement using encoder system is used to measure the rotation speed of a direct current (DC) motor. The DC motor can be a range of size of its shaft diameter that can be measured. This project combined 5 phases of design to build this project. The 5 phases are encoder wheel, comparator circuit, decoder circuit, PIC16F877 microcontroller circuit, and LCD display circuit. This design can measure the speed in forward and backward rotation. Its interfaces is user-friendly and it is convenient to use it in the lab or home. This design can help lecturers or students doing their practical or research. This system has worked according to its program but still it cannot get the highest accuracy in measuring the speed of DC motor.

PENGHARGAAN

Segala puji bagi Allah yang memberi nikmat pada hamba-Nya, memberi saya peluang dan kesempatan untuk menyiapkan projek ini sebagai salah satu dari syarat untuk pengijazahan.

Setinggi-tinggi penghargaan kepada penyelia projek saya, Dr. Mohd Rizal Bin Arshad kerana telah banyak membantu serta memberi tunjuk ajar kepada saya dalam melaksanakan projek ini. Segala pendapat serta teguran beliau banyak membantu dalam merekabentuk sistem yang lebih baik. Tidak lupa juga Encik Ahmad Nazri Ali yang memberi semangat serta pandangan untuk saya memilih tajuk ini. Semoga beliau berjaya dalam pelajaran beliau.

Sekalung penghargaan ini turut ditujukan kepada ibu saya, Puan Yusmar binti Mohamad kerana memberi saya kepercayaan dan semangat dalam doanya. Tidak lupa juga adik beradik saya serta rakan-rakan yang banyak membantu dari segi pengetahuan dan fizikal dalam menyiapkan projek ini.

Akhir kata, jutaan terima kasih diucapkan kepada semua yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam pembangunan sistem pengekod untuk pengukuran laju ini. Hanya Allah S.W.T sahaja yang dapat membalas segala budi baik mereka.

KANDUNGAN

	Muka Surat
ABSTRAK	ii
PENGHARGAAN	iv
ISI KANDUNGAN	v

BAB 1 PENGENALAN

1.1	Pengenalan	1
1.2	Objektif dan	2
1.3	Perlaksanaan Projek	3
1.4	Panduan Laporan	3

BAB 2 KAJIAN ILMIAH

2.1	FASA 1 : Roda pengkod	
	2.1.1 Pengenalan	5
	2.1.2 Pengkod mutlak	5
	2.1.3 Pengkod tokokan	8
	2.1.4 Perbandingan pengkod mutlak dan pengkod tokokan	9
2.2	FASA 2 : Litar pembeda	
	2.2.1 Pengenalan	10
	2.2.2 Pembeda LM 311	10
	2.2.3 Perintang bersandar cahaya – LDR (light dependent resistor)	11
2.3	FASA 3 : Litar penyahkod	
	2.3.1 Pengenalan	11
	2.3.2 D Flip-Flop SN74LS74N	13
2.4	FASA 4 : Litar pengawal mikro PIC16F877	
	2.4.1 Pengenalan	14

	2.4.2	Kelebihan PIC16F877	15
2.5		FASA 5 : Litar paparan LCD	
	2.5.1	Pengenalan	16
2.6		Perisian yang digunakan	
	2.6.1	Eagle 4.13r1	16
	2.6.2	OrCad 9.2	16
	2.6.3	Code Designer Lite	17
BAB 3		PERLAKSANAAN REKABENTUK PROJEK	
3.1		FASA 1 : Rekabentuk roda pengkod	
	3.1.1	Roda pengkod	18
3.2		FASA 2 : Rekabentuk litar pembeda	
	3.2.1	Penghasilan litar pembeda	19
	3.2.2	Nilai rujukan	19
	3.2.3	Pembeda LM311N	20
3.3		FASA 3 : Rekabentuk litar penyahkod	
	3.3.1	Litar penyahkod kuadratur 2 kali	21
	3.3.2	Merekabentuk litar menggunakan D Flip-flop	22
3.4		FASA 4 : Rekabentuk litar pengawal mikro	
	3.4.1	Litar PIC16F877	22
	3.4.2	Program yang dibina	24
	3.4.3	Rekabentuk program menggunakan CDLite	26
3.5		FASA 5 : Rekabentuk litar paparan LCD	
	3.5.1	Merekabentuk litar LCD	27
	3.5.2	Keluaran yang diperlukan	29
BAB 4		KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
4.1		Pengenalan	30
4.2		Ujian fasa 1	30

4.3	Ujian fasa 2	31
4.4	Ujian fasa 3	33
4.5	Ujian fasa 4	35
4.6	Ujian fasa 5	39
4.7	Simulasi litar pembeda dan litar pembilang	41

BAB 5 KESIMPULAN DAN CADANGAN

5.1	Kesimpulan	43
5.2	Cadangan	44

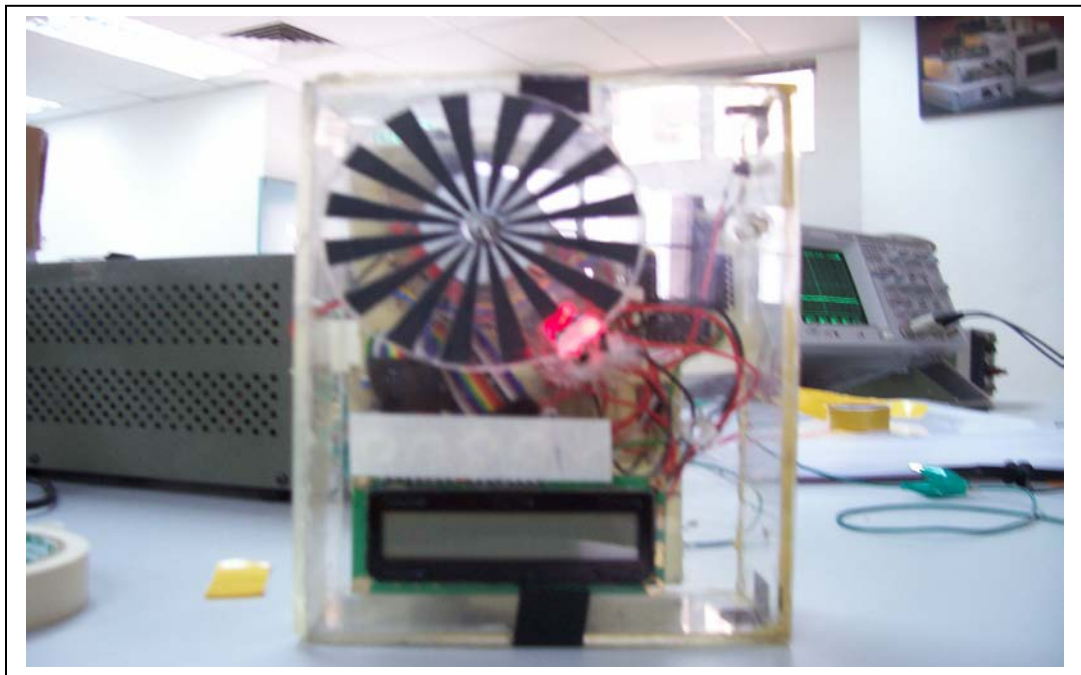
RUJUKAN

LAMPIRAN

BAB 1 : PENGENALAN

1.1 Pengenalan

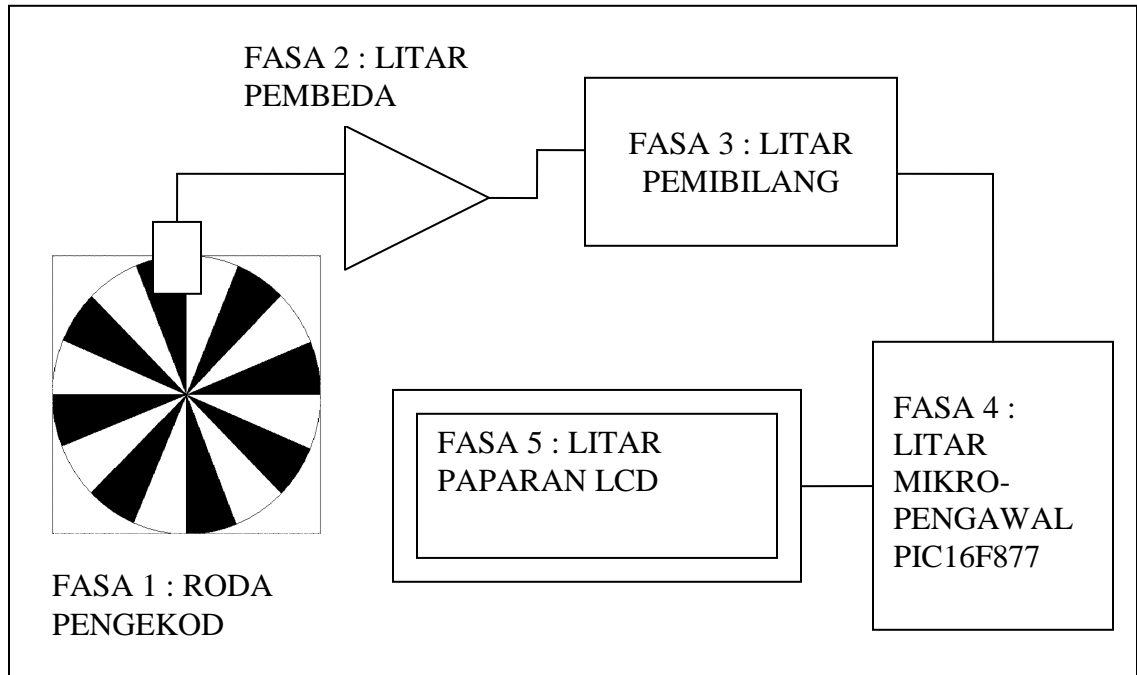
Pengukuran laju menggunakan sistem pengekodan telah banyak digunakan pada masa kini. Pelbagai jenis telah dikeluarkan oleh syarikat-syarikat yang membuat alat-alat instrumentasi dan pengukuran. Sistem yang dibina ini mengukur laju bagi motor arus terus bagi suatu julat saiz aci motor. Sistem yang ini juga lebih mesra pengguna serta mudah untuk dikonfigurasi. Gambarajah sistem ini adalah seperti dalam rajah 1.



Rajah 1 : Sistem pengukur laju motor

Sistem ini dilaksanakan melalui lima fasa rekabentuk. fasa-fasa tersebut adalah rekabentuk roda pengekod, rekabentuk litar pembeda, rekabentuk litar penyahkod, rekabentuk litar pengawal mikro, dan rekabentuk litar paparan lcd serta pengujian terhadap keseluruhan sistem. Sistem ini menggabungkan beberapa konsep untuk mendapatkan pengukuran laju motor arus terus serta arah putaran motor yang digunakan. konsep-konsep tersebut adalah sistem pengekod token, sistem penerima yang digunakan untuk mendapatkan isyarat analog dari roda pengekod, sistem pembilang isyarat, dan sistem mikro pengawal. Sistem

mikropengawal yang digunakan adalah jenis PIC16F877 dan digunakan untuk mengawal keseluruhan proses pengukuran. Rekabentuk awal keseluruhan sistem ini digambarkan dalam rajah 2.



Rajah 2 : Rekabentuk keseluruhan sistem

Selain kelima-lima fasa yang disebutkan diatas, pengujian dan pembaikan sistem turut dilaksanakan sebagai penambahbaikan sistem ini. Rekabentuk litar sistem ini dibina menggunakan perisian OrCad 9.2 untuk simulasi dan perisian Eagle 4.13r1 untuk membina *layout* untuk papan litar bercetak (PCB). Selain itu, perisian yang digunakan untuk menulis aturcara untuk program PIC adalah perisian CodeDesigner Lite manakala perisian yang digunakan untuk memuat turun program fail perenambelas kepada mikropengawal PIC adalah IC-Prog yang merupakan perisian percuma. Perisian ini dikeluarkan oleh microEngineering Labs Inc.

1.2 Objektif projek

Sistem ini bertujuan untuk mengukur laju motor arus terus memandangkan pengukuran laju sangat penting dalam ujikaji atau kajian bagi putaran motor.

Sistem ini dapat memudahkan kerja ujikaji dan kajian yang dijalankan oleh pensyarah atau pelajar. Selain itu, pengukuran laju juga sangat penting dalam industri. Contohnya pengukuran laju putaran motor pada *video CD*, permainan kanak-kanak seperti kapal terbang dan radio dengan pemain kaset. Pengukuran laju juga bertujuan untuk mendapatkan set gear yang sesuai untuk penurunan laju (*speed reduction*). Set gear ini akan dapat menghasilkan tork yang lebih tinggi. Sistem ini juga dibina jenis *generic* supaya terdapat suatu julat saiz diameter aci motor arus terus yang boleh digunakan untuk mengukur laju. Sistem ini menjadikan ia sebagai satu kelebihan kerana ciri *generic* ini. Sistem ini akan memaparkan nilai laju motor. Ini memudahkan pengguna untuk mengetahui nilai laju dari pengukuran.

1.3 Perlaksanaan projek

Perlaksanaan projek ini terbahagi kepada 5 fasa. Setiap fasa mewakili rekabentuk litar, perkakasan atau program. Litar yang direkabentuk sebahagiannya dirujuk dari kursus yang dipelajari semasa dalam pengajian dan sebahagiannya lagi direkabentuk sendiri dengan merujuk kepada helaian data bagi komponen yang terlibat. Perkakasan yang dibuat adalah dari idea sendiri dan nasihat serta pandangan dari rakan-rakan. Perkakasan ini dibuat menggunakan mesin gerudi serta alat tangan lain. Litar dibina menggunakan perisian Eagle 4.13r1 dan skematik litar di hantar pada makmal untuk pembuatan papan litar bercetak (PCB). Program dalam PIC16F877 pula dibuat menggunakan perisian CDLite berpandukan kepada arahan-arahan serta kod dalam buku panduan Pic Basic Compiler oleh microEngineering Labs, Inc.

1.4 Panduan laporan

Dalam laporan ini, terdapat 5 bab yang menerangkan tentang projek yang dijalankan. Bab 1 menerangkan tentang pengenalan secara ringkas projek yang dijalankan. Dalam bab 2, menerangkan kajian ilmiah tentang projek yang dijalankan. Kajian ilmiah menerangkan konsep-konsep, konfigurasi, panduan, serta persamaan matematik yang digunakan untuk pengiraan laju. Bab 3 pula

menerangkan tentang pelaksanaan projek dimana bagaimana rekabentuk projek dibuat. Dalam bab 4 menerangkan keputusan serta perbincangan pada hasil projek yang dibina. Bab yang terakhir iaitu bab 5 pula menerangkan tentang kesimpulan serta cadangan lanjutan untuk masa depan.

BAB 2 : KAJIAN ILMIAH

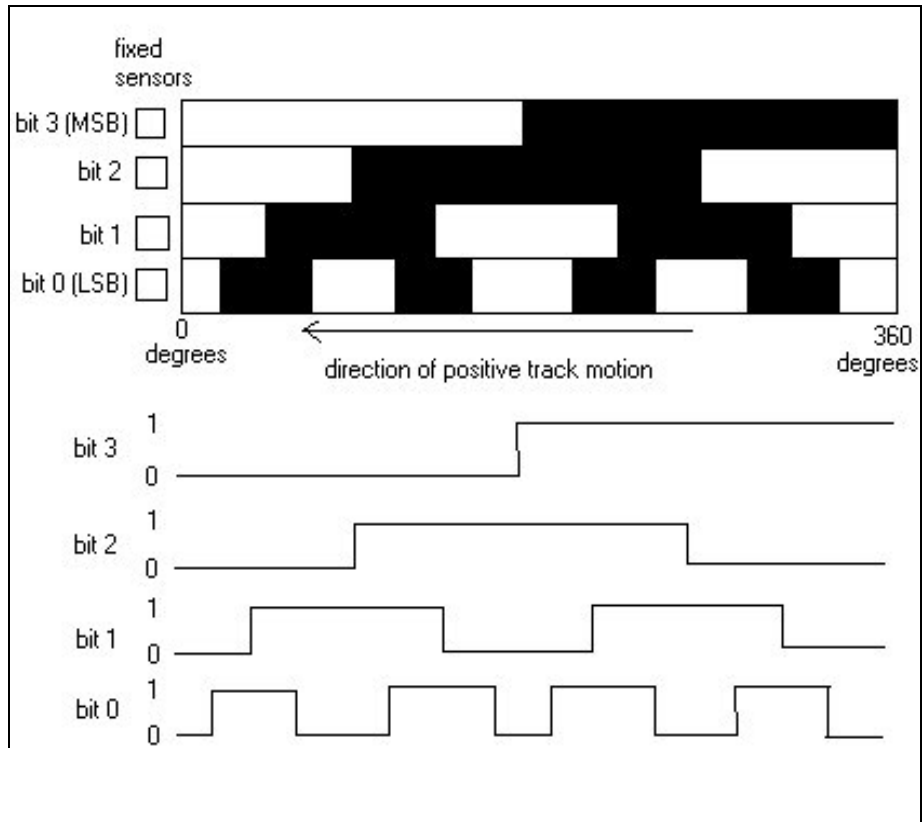
2.1 FASA 1 : Roda pengekod

2.1.1 Pengenalan

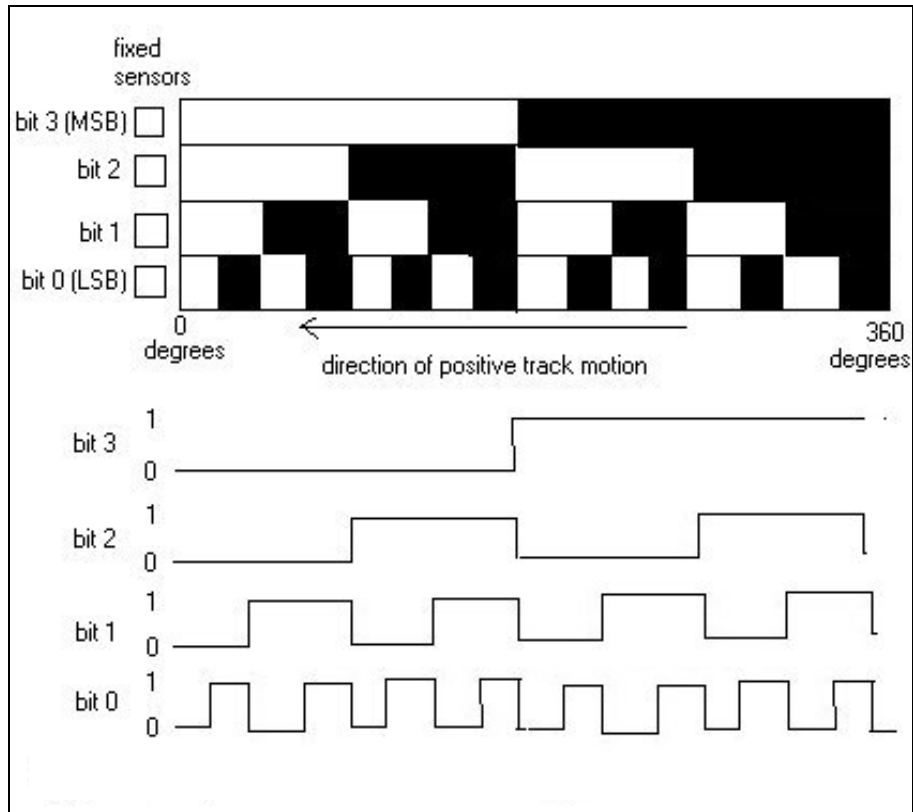
Roda pengekod adalah suatu alat yang menukar pergerakan kepada suatu susunan isyarat denyut. Melalui pengiraan bit tunggal atau menyahkod suatu set bit, dedenyut itu boleh ditukarkan kepada pengukuran posisi mutlak atau relatif. Pengekod terdapat dalam 2 konfigurasi iaitu linear dan putaran (*rotary*). Kebiasaan yang diguna pakai adalah putaran. Pengekod putaran terdapat 2 bentuk iaitu pengekod tokokan dan pengekod mutlak. Pengekod mutlak adalah pengekod yang mana suatu set digit yang unik bergerak sejajar dengan setiap posisi putaran *shaft*. Pengekod tokokan pula adalah pengekod yang menghasilkan dedenyut digit apabila *shaft* berputar dan membenarkan pengukuran bagi posisi relative *shaft* tersebut. Kebanyakan pengekod putaran dibuat menggunakan kod disk kaca atau plastic dengan corak fotografik dilekatkan dengan tersusun pada trek roda.

2.1.2 Pengekod mutlak

Pengekod mutlak direkabentuk untuk menghasilkan perkataan digit yang membezakan N posisi berlainan pada aci. Sebagai contoh, jika terdapat 8 trek, pengekod akan dapat menghasilkan $2^8 = 256$ posisi yang berlainan atau dalam resolusi sudut adalah 1.406° ($360^\circ / 256$). Jenis pengekod mutlak yang biasa digunakan adalah kod *gray* dan kod binari semulajadi. Disk kod *gray* dan kod binari semulajadi untuk pengekod 4-bit digambarkan seperti dalam rajah 3 dan rajah 4 :



Rajah 3 : corak trek disk bagi pengekod mutlak kod *gray* 4-bit



Rajah 4 : corak trek pengekod mutlak kod binari semulajadi 4-bit

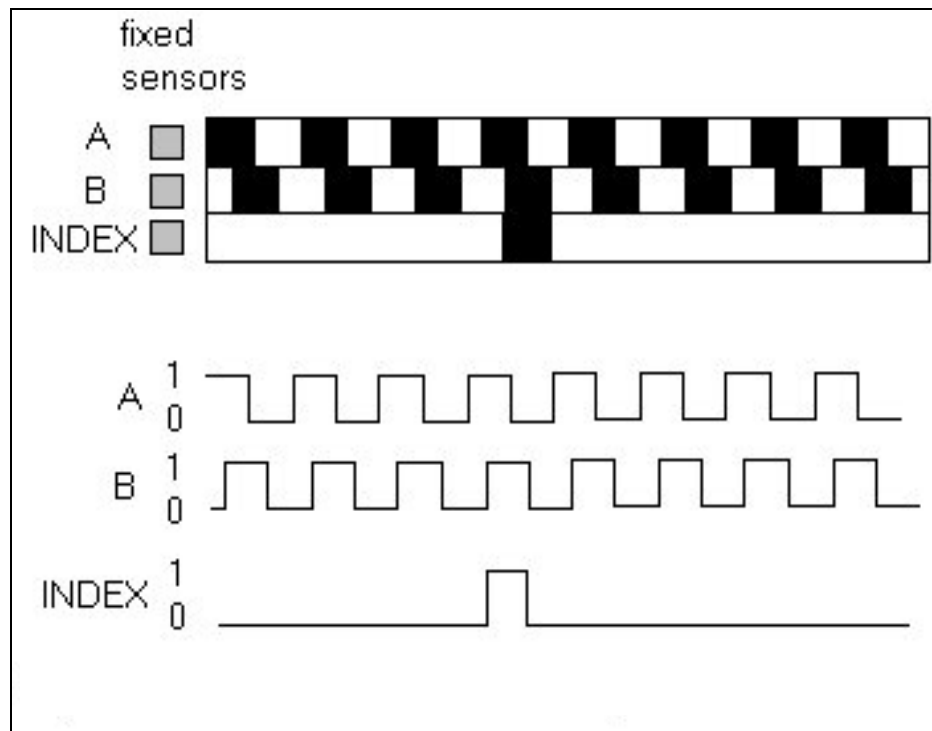
Jadual 1 : kod *gray* dan binari semulajadi

Decimal code	Rotation range (deg.)	Binary code	Gray code
0	0-22.5	0000	0000
1	22.5-45	0001	0001
2	45-67.5	0010	0011
3	67.5-90	0011	0010
4	90-112.5	0100	0110
5	112.5-135	0101	0111
6	135-157.5	0110	0101
7	157.5-180	0111	0100
8	180-202.5	1000	1100
9	202.5-225	1001	1101
10	225-247.5	1010	1111
11	247.5-270	1011	1110
12	270-292.5	1100	1010
13	292.5-315	1101	1011
14	315-337.5	1110	1001
15	337.5-360	1111	1000

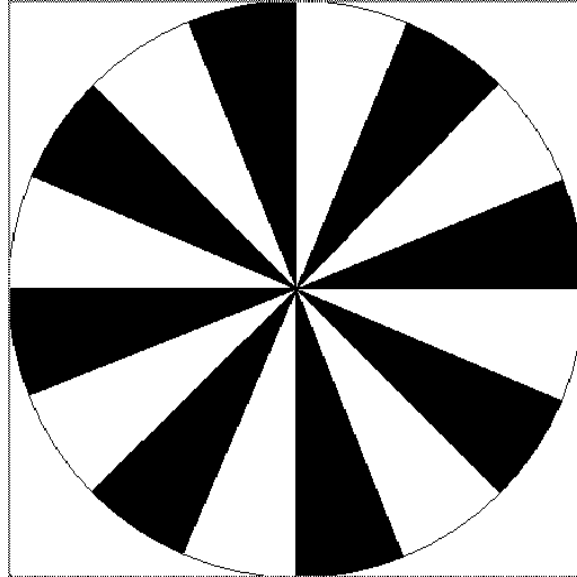
kod *gray* direkabentuk supaya hanya satu trek (satu bit) sahaja yang berubah keadaan untuk setiap peralihan. Berlainan dengan kod binari dimana trek berganda berubah pada peralihan kiraan tertentu.

2.1.3 Pengekod tokokan

Pengekod tokokan, juga dikenali sebagai pengekod relatif mempunyai rekabentuk yang lebih mudah dari pengekod mutlak. Ia mempunyai 2 trek dan 2 sensor yang mana keluarannya terdapat 2 katakan saluran A dan saluran B. apabila aci berputar, terdapat rentetan denyut yang terhasil pada kedua-dua keluaran pada frekuensi yang sama dengan laju putaran aci. Perhubungan fasa antara keluaran itu dapat menunjukkan arah putaran roda. Corak kod disk adalah seperti dalam rajah 6 dan keluaran saluran A dan saluran B adalah seperti dalam rajah 5 :



Rajah 5 : Corak trek disk bagi pengekod tokokan



Rajah 6 : Cakera pengekod tokokan

Dengan mengira bilangan dedenyut setelah diketahui resolusi cakera, kelajuan sudut boleh dikira. Saluran A dan saluran B digunakan untuk mengenalpasti arah putaran dengan mentaksir saluran mana yang ‘mengetuai’ saluran lain. Isyarat dari kedua-dua saluran adalah 1 per 4 kitaran bagi setiap fasa dan dikenali sebagai isyarat kuadratur. Rajah 4 menunjukkan 2 trek berlainan, saluran A dan saluran B. tetapi konfigurasi yang biasa digunakan menggunakan trek tunggal dimana penerima A dan penerima B *offset* 1 per 4 kitar pada trek untuk menghasilkan keluaran yang sama. Cakera kod trek tunggal lebih mudah dan murah untuk dibina.

Isyarat kuadratur A dan B dinyahkodkan untuk mengetahui arah putaran aci. Penyahkodan peralihan isyarat A dan B menggunakan litar logik berjujukan melalui cara yang berlainan akan dapat menghasilkan denyut keluaran bagi 3 resolusi yang berlainan. Keterangan tentang ketiga-tiga resolusi ini dibincangkan dalam bahagian 2.3.

2.1.4 Perbandingan pengekod mutlak dan pengekod tokokan

Pengekod tokokan memberikan lebih resolusi pada harga yang rendah berbanding pengekod mutlak, tetapi ia hanya dapat mengukur pergerakan relatif

dan tidak dapat memberi posisi mutlak secara langsung. Pengekod tokokan boleh boleh digunakan bersama suis had untuk mengenalpasti posisi mutlak relative kepada posisi asal yang diisytiharkan oleh suis. Pengekod mutlak sesuai digunakan dalam aplikasi dimana posisi rujukan adalah tidak praktikal. Dalam projek ini, pengekod tokokan adalah lebih sesuai digunakan kerana ia mudah dan murah untuk dibina.

2.2 FASA 2 : Litar pembeda

2.2.1 Pengenalan

Litar pembeda digunakan untuk membezakan suatu isyarat masukan adalah lebih dari isyarat yang satu lagi. Pembeda adalah salah satu contoh litar *operational amplifier* dimana ianya tiada suapbalik negatif, dan litar ini menunjukkan gandaan tidak terhingga. Hasilnya, *operational amplifier* ini akan tepu (*saturate*). Ketepuan ini akan menjadikan keluarannya pada nilai paling positif atau paling negatif. Terdapat beberapa cip yang direkabentuk sebagai litar pembeda. Antaranya ialah LM339 (pembeda duaan) dan LM311 (pembeda tunggal). Dalam projek ini, cip yang digunakan adalah LM311. keluaran bagi pembeda ditunjukkan dibawah :

$$V_{out} \begin{cases} = +V_{sat} , & V_{in} > V_{ref} \\ = -V_{sat} , & V_{in} < V_{ref} \end{cases}$$

Dimana V_{sat} adalah voltan tepu bagi pembeda dan V_{ref} adalah voltan rujukan yang mana voltan masukan akan dibezakan.

2.2.2 Pembeda LM311N

Pembeda LM311N adalah cip jenis *operational amplifier* yang dibuat khas untuk pembedaan. Cip ini mempunyai 8 kaki. Dalam setiap cip terdapat satu konfigurasi pembeda sahaja. Fungsi bagi setiap kaki pin ditunjukkan dibawah :

- pin 1 -bumi (0V)

- 2. pin 2 -masukan + (*non-inverting*)
- 3. pin 3 -masukan – (*inverting*)
- 4. pin 4 -masukan Voltan negatif (V-)
- 4. pin 5 dan pin 6 -keseimbangan (*balance / strobe*)
- 5. pin 7 -keluaran (Vo)
- 6. pin 8 -bekalan kuasa voltan positif (Vcc)

Helaian data bagi LM311N ada dilampirkan dalam lampiran.

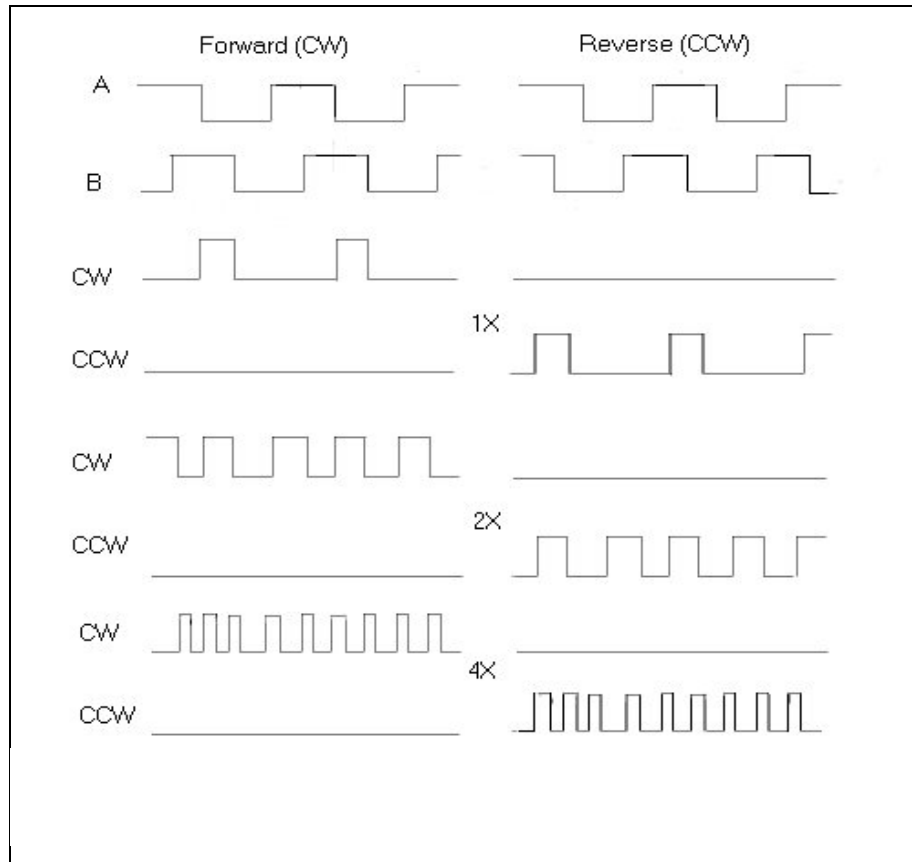
2.2.3 Perintang bersandarkan cahaya (LDR)

Perintang bersandarkan cahaya (*Light Dependent Resistor-LDR*) adalah suatu komponen jenis perintang yang mengubah tenaga cahaya kepada suatu rintangan yang membolehkan pembeda melakukan pembezaan apabila LDR diletakkan pada cahaya atau sebaliknya. Apabila LDR diberikan bekalan kuasa, ianya mampu memberi suatu nilai voltan yang berbeza apabila diletakkan pada kawasan bercahaya atau gelap. Nilai yang berbeza ini mampu dikenalpasti oleh pembeda.

2.3 FASA 3 : Litar Penyahkod

2.3.1 Pengenalan

Litar pembilang adalah suatu set komponen logik yang menganalisis isyarat digit masukan dan menukar kepada suatu rentetan denyut isyarat digit. Masukan bagi litar ini adalah 2 isyarat dari litar pembeda. Dalam litar yang dibina, komponen yang digunakan adalah cip SN74LS74N, SN74LS04N, dan SN74LS32N. litar pembilang yang dibina adalah jenis litar penyahkod kuadrator 2 kali. Selain itu terdapat juga litar penyahkod 1 kali dan penyahkod 4 kali (lihat rajah 7).

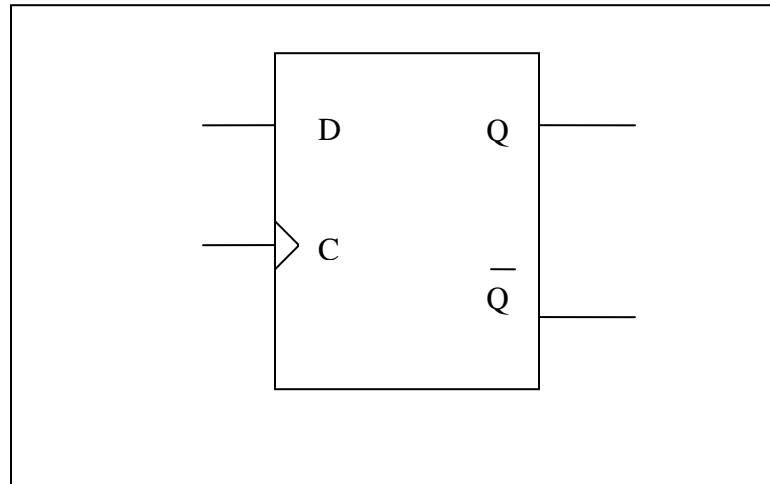


Rajah 7 : Penderiaan arah kuadratur dan penambahan resolusi

Nilai resolusi 1 kali, 2 kali, dan 4 kali merupakan denyut keluaran bagi masukan yang telah dinyahkodkan. Resolusi 1 kali hanya menghasilkan denyut tunggal bagi kitaran lengkap salah satu masukan. Resolusi 2 kali pula menghasilkan 2 denyut pada kitaran lengkap salah satu masukan dan resolusi 4 kali pula menghasilkan 4 denyut pada kitaran lengkap salah satu masukan. Arah pusingan motor pula boleh ditentukan melalui paras suatu isyarat semasa peralihan pinggir isyarat kedua. Sebagai contoh, bagi litar penyahkod kuadrator 1 kali, isyarat masukan $C = \downarrow$ dengan $D = 1 (+5V)$ menghasilkan denyut putaran mengikut jam, dan apabila isyarat $D = \downarrow$ dengan $C = 1$ menghasilkan denyut putaran lawan jam. Arah putaran motor ditentukan melalui 2 keluaran litar ini. Bagi putaran arah jam, keluaran adalah isyarat denyut pada keluaran E dan keluaran F adalah isyarat 0 (bumi). Bagi putaran lawan jam, isyarat denyut adalah pada keluaran F dan isyarat 0 pada keluaran E.

2.3.2 D Flip-flop SN74LS74N

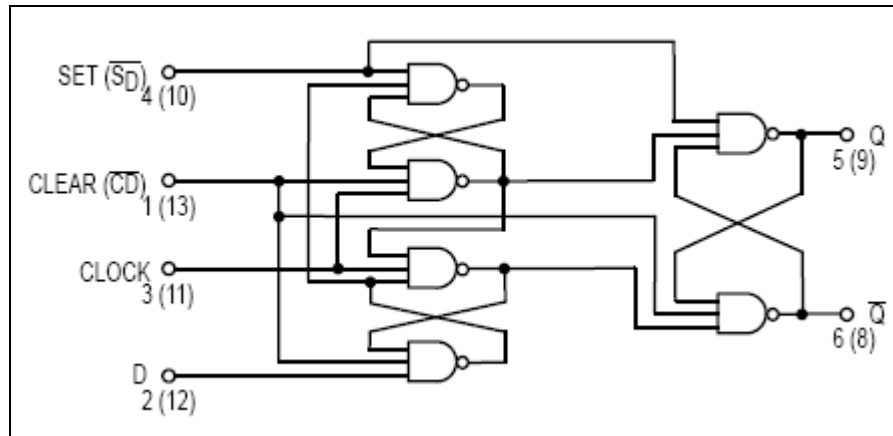
Didalam projek ini, jenis flip-flop yang digunakan adalah D Flip-flop. Dalam SN74LS74N terdapat dua set D Flip-flop. D Flip-flop juga dikenali sebagai data flip-flop. Flip-flop ini mempunyai masukan tunggal D yang mana keluarannya dipamerkan pada keluaran Q pada setiap pinggir denyut jam. Gambarajah D Flip-flop pinggir-terpicu positif serta gambarajah logik dan jadual kebenarannya adalah seperti dalam rajah 8, rajah 9 dan jadual 2 :



Rajah 8 : D Flip-flop pinggir-terpicu positif

Jadual 2 : Jadual kebenaran D Flip-flop pinggir-terpicu positif

D	CK	Q	Q
0	↑	0	1
1	↑	1	0
x	0	Q _o	Q _o
x	1	Q _o	Q _o



Rajah 9 : Gambarajah logik D Flip-flop

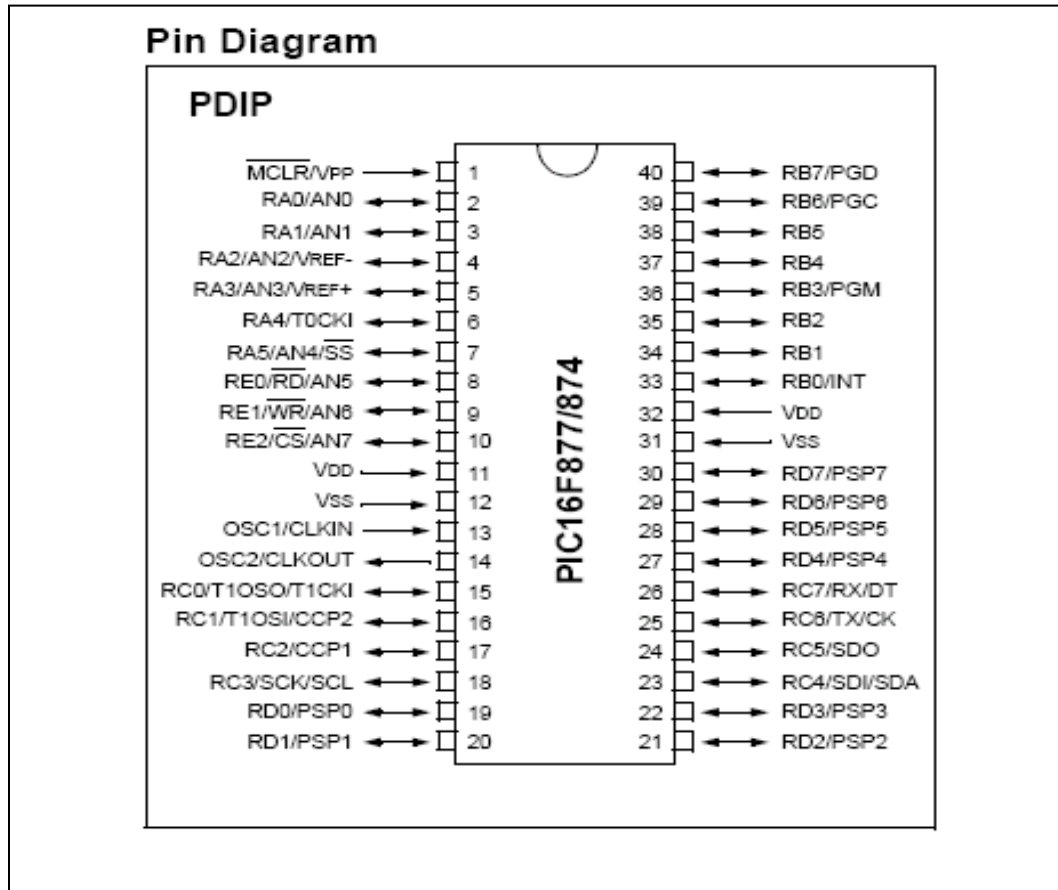
Isyarat dari masukan D dibawa ke keluaran Q pada setiap pinggir-positif denyut jam. Pemicuan jam berlaku pada setiap paras voltan denyut jam dan tidak berkait secara langsung dengan peralihan masa denyut positif. Isyarat masukan D tidak akan berubah apabila masukan jam adalah HIGH ataupun LOW.

2.4 FASA 4 : Litar mikropengawal PIC16F877

2.4.1 Pengenalan

PIC16F877 merupakan salah satu mikropengawal yang dikeluarkan oleh Microchip Technology Inc. Siri mikropengawal bagi 16F877 adalah dalam siri 16F87X. selain itu, terdapat juga siri PIC12XX, PIC14XX, PIC16XX, PIC17XX, DAN PIC18XX. PIC bermaksud *Peripheral Integrated Controller* dimana sistem pemproses, memori, bas data, bas ingatan disepadukan dalam satu cip. Program akan dimuat turun ke dalam cip menerusi litar pemuat turun program. Litar ini disambung secara sesiri kepada komputer dan fail perenambelas akan dimuat turun melalui perisian IC-Prog. Fail perenambelas ini pula dibina menggunakan perisian MicroCode Studio yang dikeluarkan oleh microEngineering Labs Inc. perisian ini termasuk perisian CDlite PicBasic yang digunakan untuk menulis program. Cip yang digunakan dalam projek ini mempunyai 40 pin. Kelajuan pemproses mikropengawal ini bergantung kepada pengayun kristal yang diletakkan pada pin 13 dan 14. Kebiasaan pengayun kristal yang digunakan adalah 20MHertz dan 4MHertz. Dalam projek ini, pengayun Kristal yang

digunakan adalah 4MHz. PIC16F877 ini juga adalah jenis CMOS FLASH 8 bit dimana kelebihanya adalah EEPROM. Ianya boleh memuat turun dan memadam program banyak kali. Gambarajah cip PIC16F877 adalah seperti dalam rajah 10 :



Rajah 10 : Cip PIC16F877

2.4.2 Kelebihan PIC16F877

Semakin banyak penyelidikan dalam sistem kawalan dan robotik dilakukan, semakin banyak perekabentuk membina pengawalmikro yang lebih baik. PIC16F877 juga tidak kurang hebat berbanding cip pengawalmikro yang lain. mikropengawal jenis ini banyak digunakan secara meluas di universiti dan kolej tempatan, serta pertubuhan-pertubuhan yang melakukan penyelidikan. PIC16F877 adalah mesra pengguna kerana bahasa pengaturcaraan yang menginteraksikan antara pengguna dan komputer adalah sangat mudah dipelajari dan difahami. Cip-cip keluaran MicroChip Technology Inc. boleh dikategorikan sebagai senibina RISC (Reduce Instruction Set Computer) yang mengurangkan

set arahnya. Set arahan keseluruhan untuk cip PIC adalah 35. Selain itu ianya mempunyai pin masukan dan keluaran yang banyak. Ciri PIC jenis EEPROM pula memudahkan pengguna memadam program dalam cip secara elektrik. Cip PIC menggunakan logik aritmetik untuk menerima, memproses dan menyimpan data pada pelbagai daftar. Daftar dan ingatan PIC adalah dipisahkan dan mempunyai ruang tersendiri.

2.5 FASA 5 : Litar paparan LCD

2.5.1 Pengenalan

Litar paparan LCD adalah untuk mempamerkan bacaan atau kenyataan yang dihantar oleh mikropengawal atau pemproses lain. Terdapat pelbagai jenis LCD yang digunakan sekarang. Dalam projek ini LCD yang digunakan adalah PC 1601A *alphanumeric dot matrix*. LCD ini jenis baris tunggal dan menggunakan 16 aksara. Helaian data bagi LCD ini dilampirkan dalam lampiran.

2.6 Perisian yang digunakan

2.6.1 Eagle 4.13r1

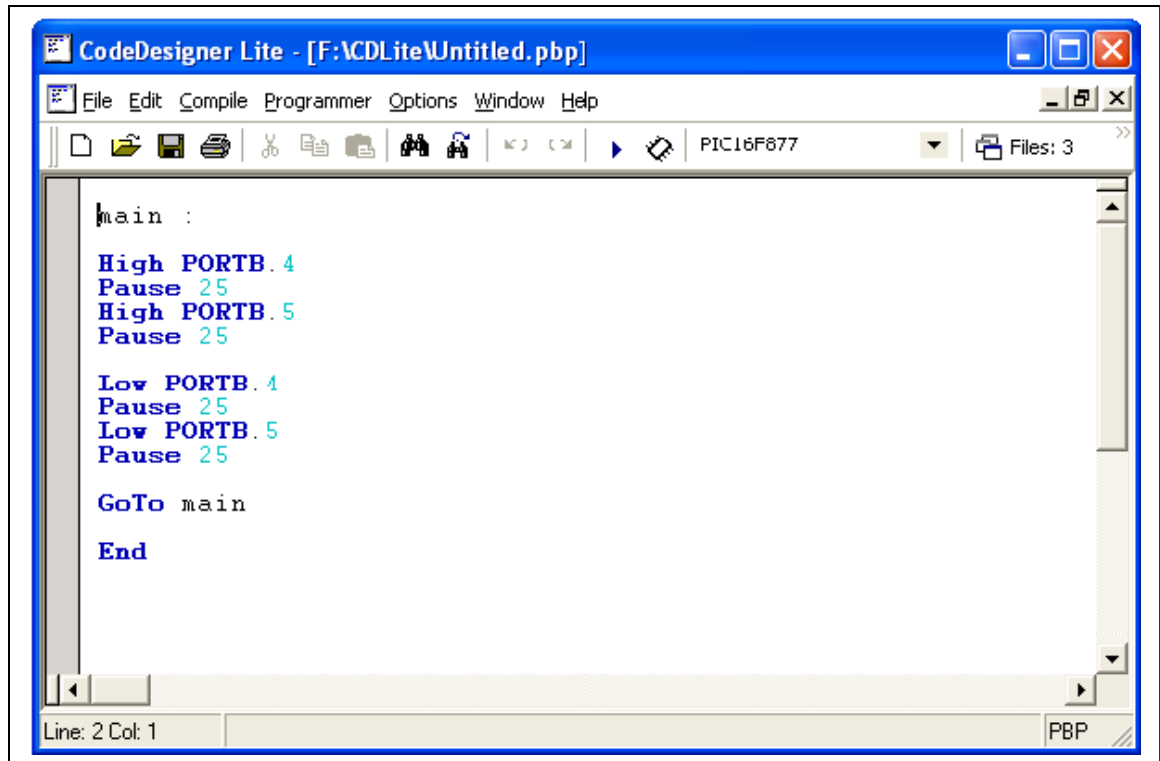
Perisian Eagle 4.13r1 ini adalah perisian yang digunakan untuk merekabentuk litar skematik dan papan litar bercetak (PCB). Perisian ini adalah perisian demo dan sudah terdapat banyak versi keluaran baru bagi perisian ini. Perisian ini adalah seperti perisian OrCad dan Multisim yang mana fungsinya lebih dari membina skematik dan PCB tetapi perisian Eagle 4.13r1 ini lebih mudah digunakan serta mudah untuk difahami. Fail perisian ini bersaiz kecil serta tidak memerlukan banyak memori untuk menggunakannya.

2.6.2 OrCad 9.2

OrCad 9.2 adalah perisian untuk membina litar skematik, simulasi serta merekabentuk litar papan bercetak. Perisian ini digunakan untuk melakukan simulasi pada litar pembeda dan litar pembilang. Perisian besar ini biasa digunakan di institute-insitut pengajian tinggi dan dalam industri.

2.6.3 Code Designer Lite (CDLite)

CDLite adalah satu perisian yang digunakan untuk menulis aturcara menggunakan arahan Pic Basic Pro. Perisian ini bersaiz kecil serta mudah untuk menulis aturcara kerana bahasa pengaturcaraanya mudah ditulis serta senang difahami. Rajah perisian CDLite adalah seperti dalam rajah 11.



Rajah 11 : Perisian Eagle 4.13r1