

Kawalan Mikrokomputer ke atas Motor Pelangkah dan Simulasinya

Mahamod Ismail,
Mohd. Alauddin Mohd. Ali
Kam Teik Boon

ABSTRAK

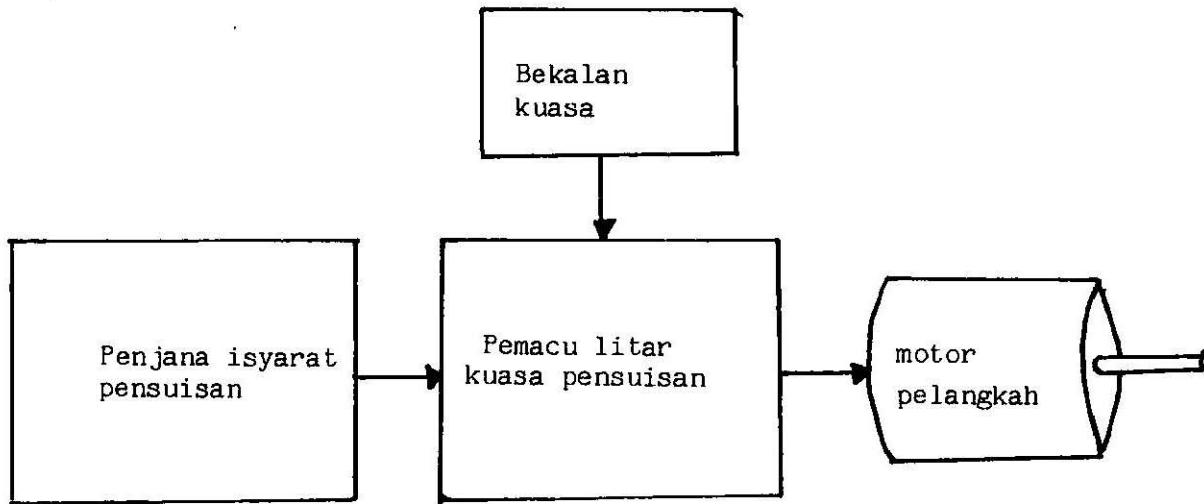
Sistem kawalan mikrokomputer ke atas motor pelangkah, SMOC (Stepper Motor Controller), telah direkabentuk. Sistem ini mempunyai mod kawalan automatik, mod kawalan kedudukan, mod kawalan papan kunci, mod kawalan bertempoh dan kemudahan lain seperti sistem DOS, menu bantuan dan fail data kawalan. Pakej sistem SMOC telah diorakkan dalam bahasa Turbo Basic yang berorientasikan menu dan dilarikan pada sebuah mikrokomputer IBM PC AT. Pengkalan Pencetak Selari komputer tersebut telah digunakan untuk mengantaramuka komputer dan litar pemacu motor yang telah direkabentuk khas. Data-data kawalan seperti laju motor, arah putaran, bilangan langkah, status motor, penunjuk laju dan simulasi pelangkahan motor dipaparkan pada layar.

ABSTRACT

SMOC system (Stepper Motor Controller) has been designed to control a stepper motor using a microcomputer. The system consists of Automatic Control Mode, Position Control Mode, Keyboard Control Mode, Timer Control Mode and other facilities like DOS System, Help Menu and Data Files. This package is menu oriented and developed using Turbo basic language for IBM PC/AT computer. IBM PC/AT's parallel printer port has been used to interface with the motor's power driver circuit which is specially designed for this project. Controlled data such as the motor's speed, the direction of rotation, the current step number, the total steps number, the status of the motor as well as the speed indicator and the motor stepping simulation will be displayed on the screen.

PENGENALAN

Motor pelangkah adalah sejenis motor segerak yang direkabentuk khas supaya berputar pada beberapa darjah sudut yang tertentu untuk setiap denyut elektrik yang diterima oleh unit kawalannya. Kendalian motor ini stabil dalam sistem gelung buka dan mempunyai kawalan kedudukan dan kawalan halaju yang jitu. Pengelasan motor ini adalah berdasarkan kepada struktur motor dan prinsip kendaliannya. Jenis-jenis motor pelangkah yang utama ialah engganan berubah, magnet kekal dan hibrid. Motor ini biasanya digunakan di dalam sistem kawalan seperti robot, perkakas mesin pencetak, pemacu pita, mekanisma capaian ingatan bagi kelengkapan komputer dan peralatan kawalan kuasa. Seterusnya, oleh sebab motor pelangkah ini dikendalikan oleh denyut arus, motor tersebut



RAJAH 1. Sistem pemancu moden bagi motor pelangkah

dikawal oleh isyarat perintah yang disimpan secara digit dan menjadikan motor tersebut sesuai untuk dikendalikan secara terkawal komputer.

Di dalam projek ini, suatu sistem kawalan mikrokomputer (IBM PC/AT) ke atas motor pelangkah hibrid dua arah, empat fasa, 200 langkah yang mempunyai sudut langkahan 1.8 darjah (keluaran RS Component, No. Stok: 332-082) dan simulasinya telah direkabentuk. Sistem ini juga dikenali sebagai sistem SMOC (Stepper Motor Controller). Rajah 1 menunjukkan gambarajah skema sistem pemacu moden bagi suatu motor pelangkah. Pencetak Penyesuai Selari mikrokomputer telah digunakan sebagai antaramuka masukan-keluaran selari untuk menghantar isyarat kawalan kepada litar pemacu motor pelangkah. Alamat &H378 telah digunakan untuk mengaktifkan pengkalan ini dengan arahan OUT dalam bahasa Turbo Basic.

Perisian sistem SMOC mengawal motor pelangkah dengan beberapa mod kawalan yang berlainan serta memaparkan butir-butir mengenai kawalan pergerakan motor pada paparan video mikrokomputer dan ditulis menggunakan beberapa subrutin. Ciri-ciri grafik yang direkabentuk adalah berdasarkan kepada kad EGA mikrokomputer IBM PC/AT.

Mod kawalan automatik memberikan pelangkahan motor secara automatik dan berterusan atau menyebabkan motor berputar sehingga mencapai sudut tertentu dan kemudiannya berhenti mengikut tempoh yang diingini apabila diberikan arahan. Mod kawalan kedudukan menyebabkan motor melangkah mengikut bilangan langkah yang telah ditetapkan oleh pengguna. Mod kawalan papan kunci membolehkan langkahan motor dikawal oleh kunci <Space Bar>. Mod kawalan bertempoh menggunakan kemudahan sistem jam dalaman mikrokomputer.

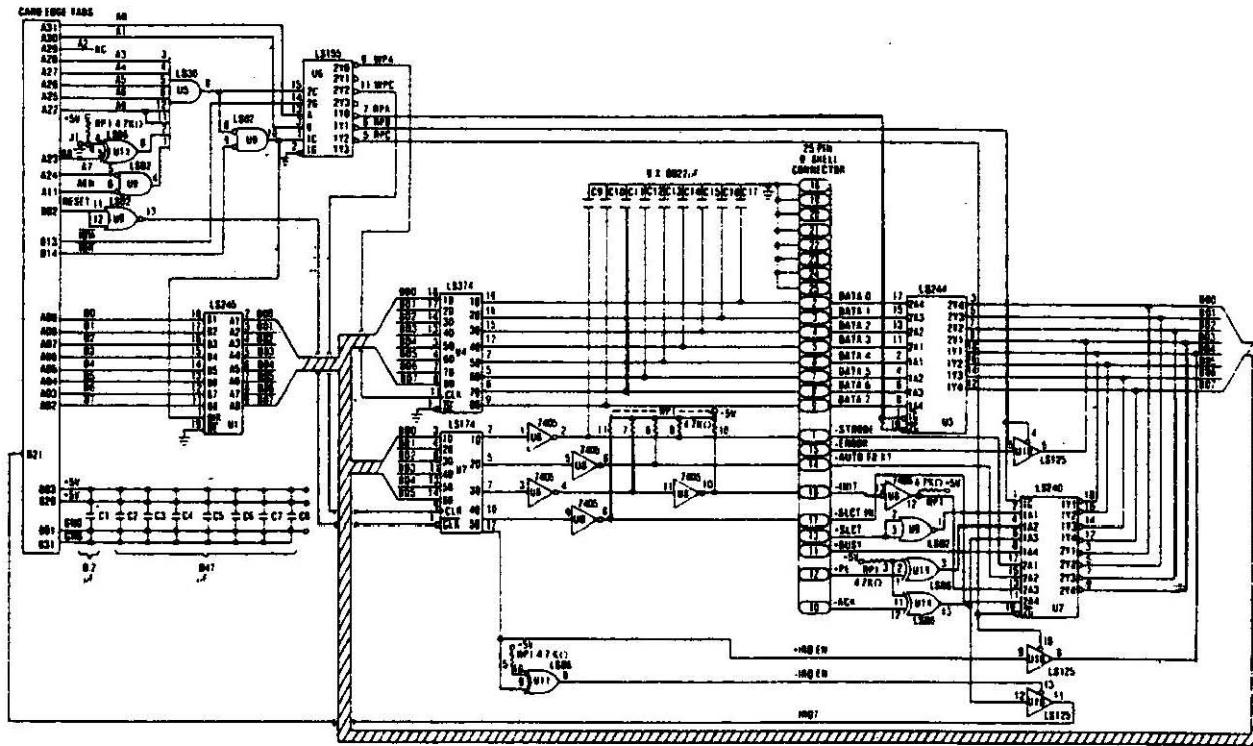
PERKAKASAN

Mikroprosesor 80286 keluaran Intel merupakan jantung kepada mikrokomputer IBM PC/AT. Data selebar 24 bit boleh diproses sekali gus dalam suatu operasi tunggal.

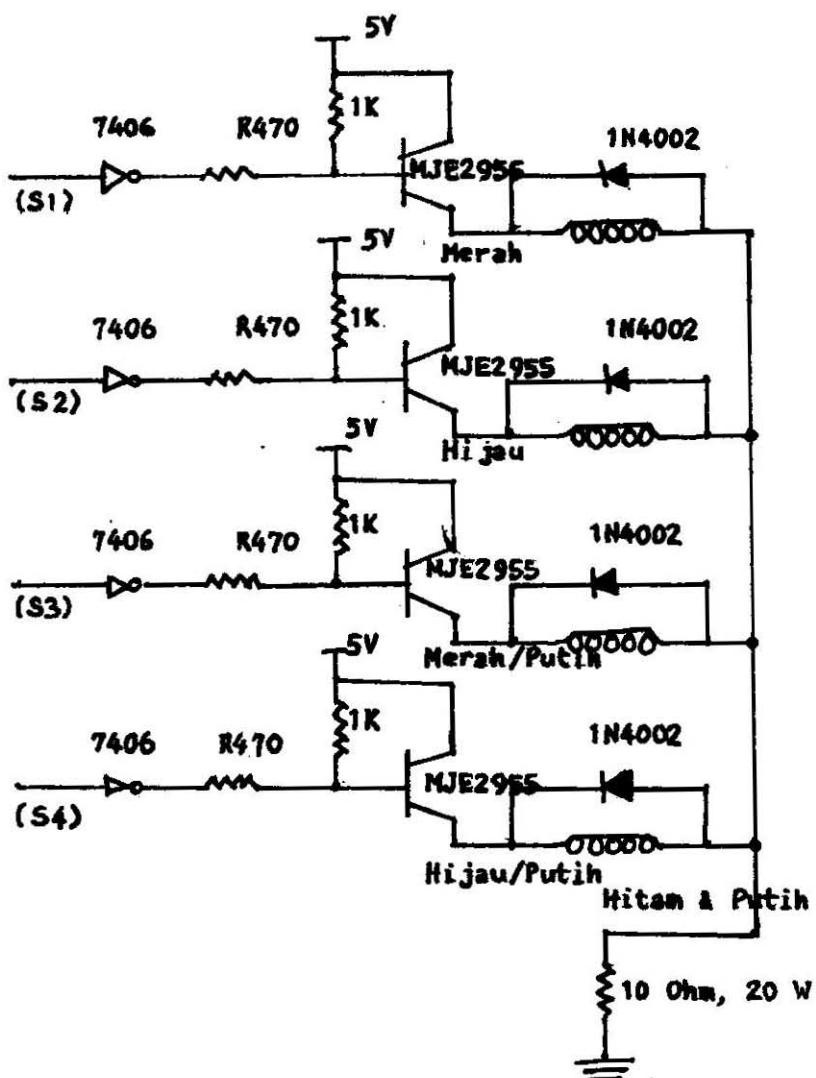
Litar pemacu diantaramuka dengan komputer melalui komunikasi secara selari menggunakan Penyesuai Pencetak Selari. Rajah 2 menunjukkan litar Penyesuai Pencetak Selari yang mengandungi empat bahagian yang penting iaitu litar penyahkodan, litar penyahmultipleks, talian bas data 8 bit selari dan litar kawalan I/O.

Litar penyahkodan menghubungkan mikrokomputer dengan komponen keluaran melalui talian bas alamat A0-A9. Pengalamatan dikhaskan dari $(378-37F)_{16}$ atau $(888-895)_{10}$. Litar penyahmultipleks memilih komponen masukan dan keluaran berdasarkan kepada arahan dan pengalamatan yang digunakan. Talian IOR dan IOW akan aktif apabila masing-masing menerima arahan Turbo Basic INP dan OUT. Isyarat elektrik yang dihantar dari mikrokomputer bagi mengawal motor pelangkah diperolehi dari cip 74LS374. Litar kawalan I/O mengawal dan melakukan proses jabat-tangan dengan peranti luar.

Litar pemacu yang direkabentuk adalah dari jenis gelung buka seperti yang ditunjukkan di dalam Rajah 3. Isyarat elektrik yang dihantar oleh mikrokomputer akan membuka atau menutup suis S1 hingga S4 yang



RAJAH 2. Penyesuai pencetak selari



RAJAH 3. Litar pemacu jenis gelung buka

seterusnya akan mengawal langkahan motor. Sebarang jujukan yang mengaktifkan dua gelung akan memberikan satu langkahan bersudut 1.8 darjah mengikut jam atau melawan jam bergantung kepada aturan jujukan tersebut.

Penyongsang Heks 7406 dengan keluaran pemungut terbuka digunakan sebagai pengkalan masukan bagi isyarat kawalan motor pelangkah oleh masukan kesepadan TTL. Perintang menaik 1 kOhm diperlukan kerana arus yang memacu transistor kuasa agak kecil. Diod 1N4002 menindas sebarang voltan balikan tinggi yang boleh merosakkan transistor kuasa. Walaupun kaedah ini mudah dan murah tetapi arus pusar yang agak lama akan mewujudkan satu daya kilas alah.

PERISIAN

Rajah 4(a), 4(b), 4(c) dan 4(d) menunjukkan carta aliran bagi program utama sistem SMOC. Subrutin START memaparkan tajuk sistem SMOC disertai dengan subrutin LAGU yang akan memainkan muzik. Subrutin MULA1 akan memaparkan menu utama. Komputer akan menghantar isyarat "1111" yang akan di"TAK"kan kepada "0000" untuk mengeset semula gegelung motor pelangkah.

Apabila menu utama dipilih, subrutin tertentu akan dipanggil berdasarkan arahan yang berikut:

Select case P

Case 5

Goto MSDOS

Case 6

Goto BANTUANPI

Case 7

Goto HABIS

Case 8

Goto BACADATA

Case 1

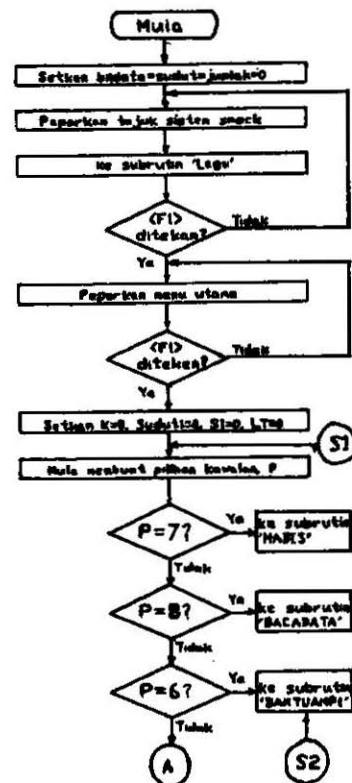
Goto MENU2

Case else

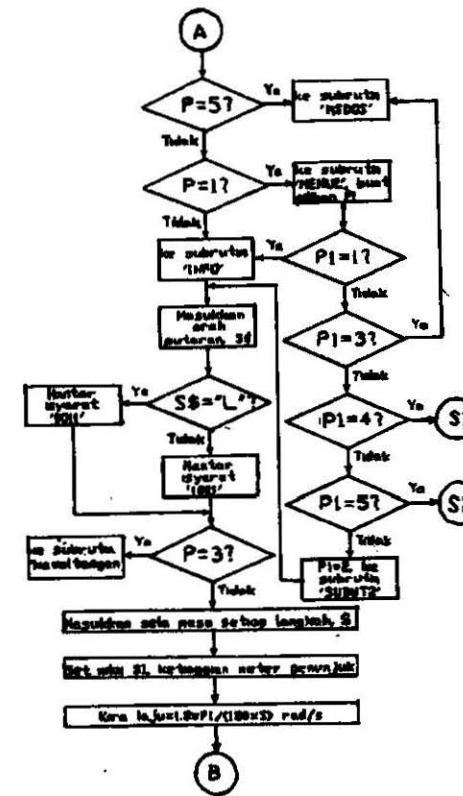
Goto INFO

End Select

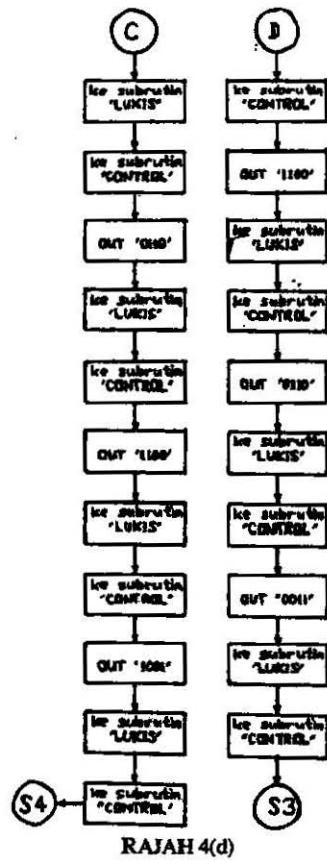
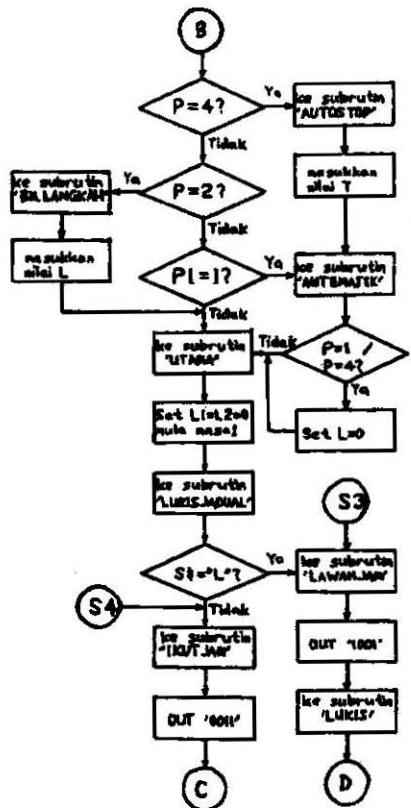
Apabila mod kawalan automatik ($P = 1$) dipilih subrutin MENU2 akan dipanggil untuk memilih mod automatik berterusan atau mod automatik bersudut-sudut. Jika $P = 1, 2, 3$ dan 4 , program akan berlanjutan hingga ke subrutin INFO. Komputer menghantar isyarat "0011" (putaran arah lawan jam) atau "1001" (putaran ikut jam).



RAJAH 4(a)



RAJAH 4(b)



Seterusnya pengguna diminta memasukkan sela masa di antara setiap langkah, S, yang diguna untuk menentukan sudut motor pelangkah dan ketinggian penunjuk laju (subrutin CLS1). Subrutin BILLANGKAH meminta pengguna memasukkan bilangan langkah, L, yang dikehendaki sekiranya mod kawalan kedudukan dipilih. Subrutin AUTOSTOP pula meminta pengguna memasukkan tempoh motor bergerak untuk mod kawalan bertempoh dan untuk memulakan jam dalam.

Subrutin UTAMA ialah program utama untuk mod kawalan automatik, mod kawalan kedudukan dan mod kawalan bertempoh. Komputer akan menghantar isyarat denyut kepada pemacu motor pelangkah. Setiap langkah akan menyebabkan subrutin LUKIS dipanggil untuk memaparkan butir-butir serta simulasi pelangkahan motor pelangkah sebenar. Subrutin IKUTJAM dan LAWANJAM mengeluarkan isyarat denyut kepada pemacu motor bergantung kepada arah putaran yang dipilih. Untuk arah ikut jam, aturan denyut ialah 0011, 0110, 1100 dan 1001 sementara untuk arah lawan jam, aturan denyut ialah 1001, 1100, 0110 dan 0011.

Subrutin SUDUT2 meminta pengguna memasukkan nilai julat sudut dan tempoh berhenti di antara tiap-tiap julat sudut sekiranya mod kawalan automatik bersudut-sudut dipilih. Subrutin KAWALTANGAN ialah untuk mod kawalan papan kunci. Dalam kes ini, motor hanya melangkah satu langkah apabila kunci <Space Bar> ditekan sekali. Subrutin KAWALIKUT dan KAWALLAWAN mengeluarkan isyarat denyut elektrik kepada pemacu motor pelangkah bergantung kepada arah putaran yang dipilih.

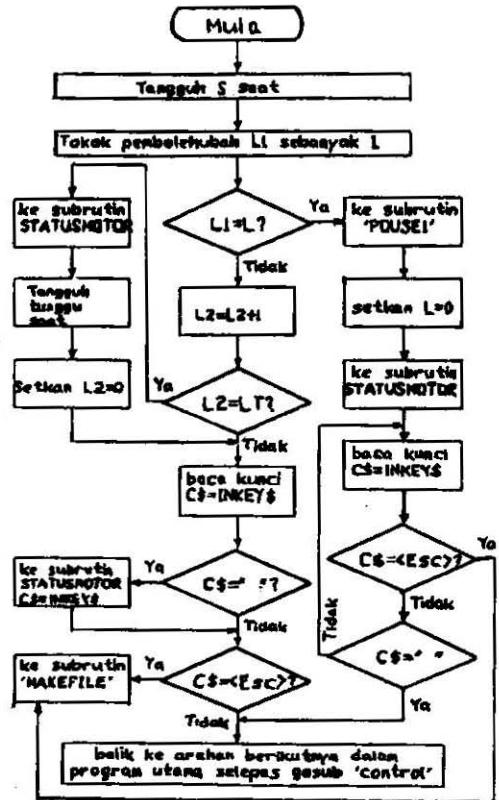
Rajah 5 menunjukkan carta aliran subrutin CONTROL yang memastikan sama ada kunci <Space Bar> atau <Esc> telah ditekan. Rajah 6 menunjukkan carta aliran subrutin KAWALTANGAN yang digunakan untuk mod kawalan papan kunci. Rajah 7(a) dan 7(b) menunjukkan carta aliran subrutin LUKIS yang memaparkan semua butir kawalan atau simulasi pelangkahan motor sebenar pada layar.

Gambarfoto 1 menunjukkan menu utama sistem SMOC sementara Gambarfoto 2 menunjukkan submenu sistem SMOC. Gambarfoto 3 pula menunjukkan contoh paparan mengenai butir-butir kawalan dan simulasi pelangkahan motor pelangkah sebenar.

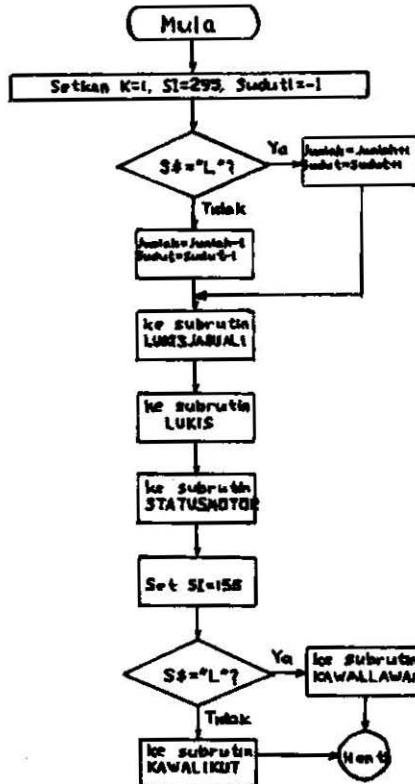
CADANGAN DAN KESIMPULAN

Apabila sistem SMOC ingin dilarikan pada mikrokomputer selain daripada IBM PC/AT, alamat pengkalan pencetak selari mikrokomputer tersebut perlulah disemak terlebih dahulu supaya tidak wujud masalah penghantaran isyarat elektrik ke atas pemacu motor pelangkah. Pengubahsuai perisian perlu juga dilakukan sekiranya mikrokomputer tidak mempunyai kad EGA iaitu dengan menukar arahan SCREEN 9 serta kordinatnya kepada mod paparan yang ada.

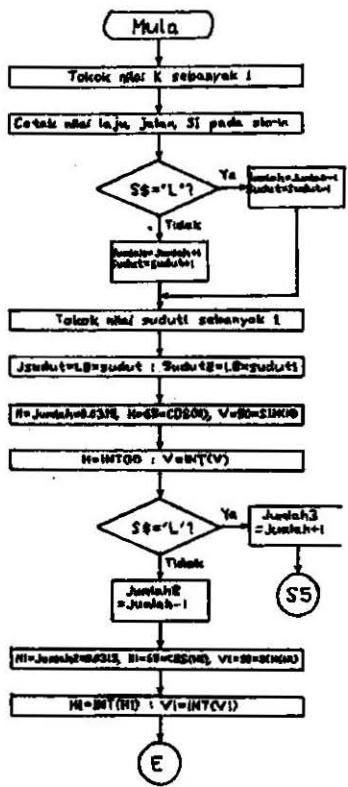
Pemacu motor pelangkah boleh juga direkabentuk menggunakan litar terkamil SAA1027. Pemacu motor yang mengamalkan kawalan gelung tertutup yang memerlukan penderia kedudukan, contohnya pengkod optik boleh juga digunakan. Projek ini boleh dikembangkan lagi dengan menambahkan perkakasan yang sesuai yang boleh dikawal oleh motor pelangkah.



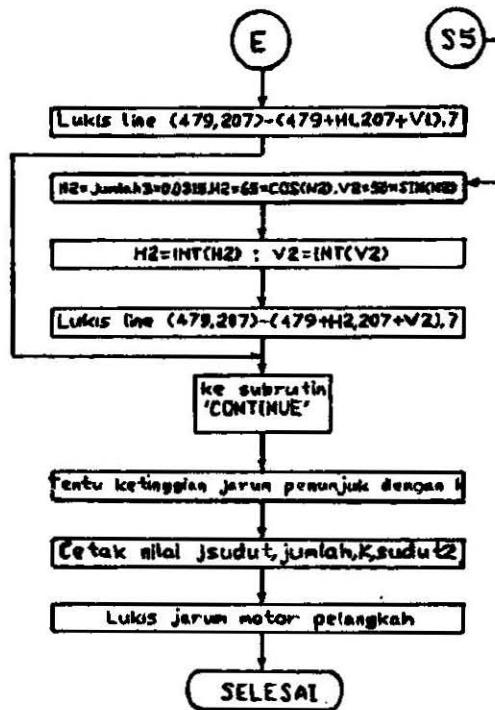
RAJAH 5



RAJAH 6



RAJAH 7(a)



RAJAH 7(b)

Kesimpulannya, projek ini telah berjaya menghasilkan empat jenis mod kawalan ke atas sebuah motor pelangkah hibrid dua arah, empat fasa dengan sudut langkahan 1.8 darjah. Kemudahan-kemudahan lain seperti merekodkan data kawalan juga disediakan. Konsep pengorakan perisian sistem SMOC boleh juga digunakan untuk mengawal motor-motor lain.

TATA TANDA

- S Sela masa di antara setiap langkah
- L Bilangan langkah

RUJUKAN

- Fitzgerald, Kingsley Kusko. 1971. *Electric Machinery*, Edisi Ketiga. McGraw Hill.
- Leander W. Matsch J. Derald Morgan. 1986. *Electromagnetic and Electromechanical Machines*, Edisi Ketiga. Wiley.
- Slemon G.R. A. Straughen. 1980. *Electric Machines*. Addison-Wesley Publishing Co.
- Takashi Kenjo. 1984. *Stepping Motors & Their Microprocessor Controls*. Oxford Science Publications.
- James W. Coffron. 1984. *The IBM PC Connection*. Sybex.

Jabatan Kejuruteraan Elektrik, Elektronik & Sistem
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 Bangi
Selangor D.E.