

Escola Universitària Politécnica de Mataró

Centre adscrit a:



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA

Enginyeria Tècnica Industrial: Especialitat Electrònica Industrial

Control i diagnòstic del vis sense fi

NOM: Guillem Mayol Planes

PONENT: Robert Safont

PRIMAVERA 2011



TecnoCampus
Mataró-Maresme

Dedicatòria

M'agradaria dedicar aquest projecte a tots aquells professors, amics i família, que han estat al meu costat donant-me suport per poder formar-me com a enginyer tècnic.

Agraïments

M'agradaria agraïr als companys de l'empresa Rockwell Automation, i en especial a l'enginyer Sergi López, per haver estat al meu costat. També agraïr al meu ponent, Robert Safon, per l'atenció rebuda durant la realització del projecte, i al meu cunyat enginyer Héctor Farreres per tot el suport que m'ha ofert. .

Resum

El projecte està dedicat a entendre el control d'un eix lineal mitjançant les eines i la programació d'automatismes a partir del material Rockwell Automation. Es tindrà en compte l'abast d'una aplicació d'un accionament mecànic vis sense fi, guiat a través d'un servomotor i controlat per a un servodrive. Es realitzarà una pràctica per veure quines són les opcions de control de moviment per obtenir com a objectiu un resultat desitjat i precís. Un cop realitzada, l'alumne podrà entendre quins són els paràmetres de control d'un moviment d'un eix així com també el vincle necessari i equitatiu entre la mecànica i l'electrònica.

Resumen

El proyecto está dedicado a entender el control de un eje lineal a través de las herramientas de programación de automatismos mediante el material de Rockwell Automation. Se tendrá en cuenta el abastecimiento de una aplicación de un husillo guiado a través de un servomotor i controlado por un servodrive. Se realizará una práctica para ver las opciones de control de movimiento para conseguir un resultado deseado y preciso. Un vez realizada, el alumno podrá entender cuáles son los parámetros de control de movimiento de un eje así como el vínculo necesario y equitativo entre la mecánica y la electrónica.

Abstract

This project is intended to understand the control of a lineal axis by means of the programming tools throughout Rockwell Automations material. The range of the screw guided throughtout a servomotor controlled by a servodrive is going to take into account. A test is going to be applied in order to conclude with a wanted and precised movement result. Once finished, the student will be able to understand which ones will be the control movements parameters of an axis, as well as the necessary and equitable bond between mechanics and electronics.

Índex.

| | |
|--|------|
| Índex de figures..... | V |
| Índex de taules..... | XV |
| Glossari de termes..... | XVII |
| 1 Objectius..... | 1 |
| 1.1 Propòsit..... | 1 |
| 1.2 Finalitat..... | 1 |
| 1.3 Objecte..... | 1 |
| 1.4 Abast..... | 1 |
| 2 Introducció..... | 3 |
| 3 Teoria del control de moviment..... | 5 |
| 3.1 Introducció..... | 5 |
| 3.2 El sistema de control de moviment..... | 6 |
| 3.3 El servodrive..... | 7 |
| 3.3.1 Circuit de potència i control d'un servodrive..... | 8 |
| 3.3.1.1 Rectificador..... | 9 |
| 3.3.1.2 Circuit intermedi..... | 10 |
| 3.3.1.3 Circuit Inversor..... | 10 |
| 3.3.1.4 Circuit de control o regulació..... | 11 |
| 3.3.2 Llaços de regulació d'un servodrive..... | 12 |
| 3.4 Motors elèctrics i el concepte de servomotor..... | 13 |

| | | |
|---------|---|----|
| 3.5 | La força, el parell i la inèrcia..... | 15 |
| 3.6 | Eix rotatiu i eix lineal..... | 18 |
| 3.7 | Tipus de moviments mecànics..... | 20 |
| 3.8 | Els encoders..... | 22 |
| 3.8.1 | Encoder incremental..... | 23 |
| 3.8.2 | Encoder Absolut..... | 24 |
| 3.8.3 | El resolver..... | 25 |
| 3.9 | Els actuadors mecànics..... | 26 |
| 3.9.1 | El vis sense fi..... | 26 |
| 3.9.2 | Pinyó cremallera..... | 29 |
| 3.9.3 | Cinta transportadora..... | 30 |
| 3.9.4 | El motor lineal..... | 32 |
| 3.10 | Dimensionat d'un actuator lineal amb el programa Motion Analyser..... | 34 |
| 3.10.1 | . Dades del problema..... | 34 |
| 4 | Revisió de la pràctica d'un motor rotatiu..... | 51 |
| 5 | Pràctica de control i diagnòstic d'un actuator lineal..... | 53 |
| 5.1 | Introducció..... | 55 |
| 5.2 | Creació d'un projecte..... | 60 |
| 5.3 | Configuració I/O..... | 61 |
| 5.4 | Configuració del nou eix..... | 69 |
| 5.4.1 | Propietats de l'eix..... | 74 |
| 5.4.1.1 | General..... | 74 |

| | | |
|---------|--|-----|
| 5.4.1.2 | Unitats..... | 75 |
| 5.4.1.3 | Drive/Motor..... | 75 |
| 5.4.1.4 | Conversion..... | 76 |
| 5.4.1.5 | Tune..... | 77 |
| 5.4.1.6 | Homing..... | 79 |
| 5.4.1.7 | Límits de posicionament..... | 80 |
| 5.5 | Configuració de tags i instruccions..... | 80 |
| 5.5.1 | Què és un tag?..... | 81 |
| 5.5.2 | Què és una instrucció de moviment?..... | 81 |
| 5.5.3 | Tags d'entrada..... | 81 |
| 5.5.4 | Flanc [ONS]..... | 85 |
| 5.5.5 | Tags de PanelView..... | 86 |
| 5.5.6 | Instruccions i tags a "Main Routine"..... | 87 |
| 5.5.6.1 | Habilitació de l'eix MSO..... | 89 |
| 5.5.6.2 | Deshabilitació de l'eix MSF..... | 90 |
| 5.5.6.3 | Parar el moviment de l'eix, MAS..... | 91 |
| 5.5.6.4 | Moviments manuals: Motion Axis Jog (MAJ) i lògica de parada (MAS)..... | 91 |
| 5.5.6.5 | Referenciat (MAH)..... | 97 |
| 5.5.6.6 | Reseteig d'errors de l'eix (MAFR)..... | 97 |
| 5.5.6.7 | Apagament i reseteig de moviment de l'eix (MASR)..... | 98 |
| 5.5.6.8 | Moviment de l'eix mitjançant posicionament absolut (MAM).El Vaivé..... | 99 |
| 5.6 | Exportar els tags creats..... | 101 |
| 5.7 | Motion Direct Commands..... | 102 |
| 5.8 | Descarregar el programa a la CPU..... | 103 |
| 5.9 | Control i diagnòstic per interfície Panel View..... | 104 |
| 5.9.1 | Creació d'un projecte..... | 104 |
| 5.9.2 | Configuració de la comunicació..... | 105 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 5.9.3 | La interfície PanelView, realització..... | 107 |
| 5.9.4 | Display..... | 107 |
| 5.9.5 | Afegir Imatges..... | 109 |
| 5.9.6 | Display Inici, aplicació del botons de navegació i sortida d'aplicació..... | 110 |
| 5.9.7 | Display de control..... | 113 |
| 5.9.8 | Display d'alarmes..... | 122 |
| 5.9.9 | Display status..... | 128 |
| 5.9.10 | Display gràfica..... | 131 |
| 5.9.11 | Descarregar el programa al panell..... | 134 |
| 6 | Estudi Econòmic..... | 137 |
| 6.1 | Cost del material..... | 137 |
| 6.2 | Costos de recursos humans..... | 139 |
| 6.3 | Amortització equips i software..... | 139 |
| 6.4 | Cost total..... | 140 |
| 7 | Conclusions..... | 141 |
| 8 | Impacte mediambiental..... | 143 |
| 9 | Bibliografia..... | 145 |

Índex de figures.

| | |
|---|----|
| Fig. 3.1 Llaç de regulació. | 5 |
| Fig. 3.2 Sistema de control de moviment. | 6 |
| Fig. 3.3 Servodrive Ultra 3000 SE. | 7 |
| Fig. 3.4 Esquema de potència i control. | 8 |
| Fig. 3.5 Esquema de potència. | 8 |
| Fig. 3.6 Circuit rectificador. | 9 |
| Fig. 3.7 Circuit Inversor. | 10 |
| Fig. 3.8 PWM (Pulse Width Modulation). | 11 |
| Fig. 3.9 Llaç de regulació d'un servodrive. | 12 |
| Fig. 3.10 Servodrive Ultra 3000 indexat. | 13 |
| Fig. 3.11 Motor de contínua, H_s és el camp magnètic de l'estator i H_r del rotor. | 13 |
| Fig. 3.12 Motor d'alterna. | 14 |
| Fig. 3.13 Servomotor. | 15 |
| Fig. 3.14 Parell motor. | 16 |
| Fig. 3.15 Reductora. | 17 |
| Fig. 3.16 Posicionat motor rotatiu. | 18 |
| Fig. 3.17 Eix rotatiu. | 18 |
| Fig. 3.18 Eix lineal. | 19 |
| Fig. 3.19 Gràfica de velocitat constant (m/s) i temps (s). | 20 |

| | |
|--|----|
| Fig. 3.20 Gràfic de moviment trapezoïdal..... | 21 |
| Fig. 3.21 Gràfic d'aplicació de jerk..... | 21 |
| Fig. 3.22 Gràfic de Curva-S..... | 22 |
| Fig. 3.23 Disc encoder incremental..... | 23 |
| Fig. 3.24 Lògica encoder incremental..... | 24 |
| Fig. 3.25 Disc encoder absolut..... | 24 |
| Fig. 3.26 Resolver..... | 25 |
| Fig. 3.27 Parts del vis sense fi..... | 26 |
| Fig. 3.28 Vista interior de la rosca i l'eix motriu..... | 27 |
| Fig. 3.29 Pas de rosca de l'eix motriu..... | 27 |
| Fig. 3.30 Vista de la folgança i rosca amb precàrrega..... | 27 |
| Fig. 3.31 Esquema vis sense fi..... | 28 |
| Fig. 3.32 Pinyó cremallera..... | 29 |
| Fig. 3.33 Esquema pinyó cremallera..... | 29 |
| Fig. 3.34 Cinta transportadora..... | 30 |
| Fig. 3.35 Esquema cinta transportadora..... | 31 |
| Fig. 3.36 Esquema motor lineal..... | 32 |
| Fig. 3.37 Levitació magnètica..... | 32 |
| Fig. 3.38 Encoder motor lineal..... | 33 |
| Fig. 3.39 Motor lineal..... | 33 |
| Fig. 3.40 Icona programa Motion Analyser..... | 34 |

| | |
|---|----|
| Fig. 3.41 Selecció de projecte nou. | 35 |
| Fig. 3.42 Selecció d'aplicació. | 35 |
| Fig. 3.43 Selecció del tipus de càrrega. | 36 |
| Fig. 3.44 Introducció dades de l'aplicació. | 36 |
| Fig. 3.45 Icona selecció del perfil. | 36 |
| Fig. 3.46 Pantalla d'opcions del perfil. | 37 |
| Fig. 3.47 Introducció de dades al perfil. | 37 |
| Fig. 3.48 Icona selecció del mecanisme. | 38 |
| Fig. 3.49 Accionaments mecànics disponibles. | 38 |
| Fig. 3.50 Introducció de diàmetres i inèrcia als rodets. | 39 |
| Fig. 3.51 Càlcul de les inèrcies. | 39 |
| Fig. 3.52 Mides components cinta transportadora. | 40 |
| Fig. 3.53 Icona selecció transmissió. | 40 |
| Fig. 3.54 Transmissions disponibles. | 41 |
| Fig. 3.55 Icona selecció de motor. | 41 |
| Fig. 3.56 Motors disponibles. | 41 |
| Fig. 3.57 Icona selecció de servodrives. | 42 |
| Fig. 3.58 Selecció del servodrive ULTRA 3000. | 42 |
| Fig. 3.59 Icona selecció. | 42 |
| Fig. 3.60 Opcions de selecció. | 43 |
| Fig. 3.61 Resultats de la selecció. | 43 |

| | |
|---|----|
| Fig. 3.62 Resultats selecció 1. | 44 |
| Fig. 3.63 Resultats selecció 1 amb reductora augmentada..... | 45 |
| Fig. 3.64 Resultats selecció 1 amb reductora disminuïda. | 45 |
| Fig. 3.65 Menú de seleccionament. | 46 |
| Fig. 3.66 Selecció d'un vis sense fi..... | 46 |
| Fig. 3.67 Missatge error seleccionament..... | 47 |
| Fig. 3.68 Resultats amb perfil canviat a 5s..... | 48 |
| Fig. 3.69 Resultats amb perfil canviat a 3s..... | 49 |
| Fig. 3.70 Canvi de perfil..... | 49 |
| Fig. 3.71 Resultats amb perfil canviat. | 50 |
| Fig. 5.1 Propietats targeta ethernet. | 55 |
| Fig. 5.2 Assignació de direcció IP. | 56 |
| Fig. 5.3 Icona programa BOOTP-DHCP Server | 56 |
| Fig. 5.4 Detecció adreça MAC..... | 57 |
| Fig. 5.5 Introducció adreça IP. | 57 |
| Fig. 5.6 Icona programa RSLinx Classic..... | 57 |
| Fig. 5.7 Finestra configuració drivers..... | 58 |
| Fig. 5.8 Introducció de nom a la nova connexió de RSLinx..... | 58 |
| Fig. 5.9 Aplicació de la nova IP del hardware | 59 |
| Fig. 5.10 Visualització del connexionat del hardware..... | 59 |
| Fig. 5.11 Icona programa RSLogix 5000..... | 60 |

| | |
|---|----|
| Fig. 5.12 Finestra nova configuració. | 60 |
| Fig. 5.13 Entrar la targeta SERCOS | 61 |
| Fig. 5.14 Propietats targeta SERCOS. | 62 |
| Fig. 5.15 Característiques de transmissió de dades de la targeta SERCOS. | 62 |
| Fig. 5.16 Selecció del servodrive. | 63 |
| Fig. 5.17 Propietats del servodrive..... | 64 |
| Fig. 5.18 Selecció del mòdul d'entrades digitals 1769-IQ32. | 65 |
| Fig. 5.19 Cracterístiques targeta 1769-IQ32. | 66 |
| Fig. 5.20 Propietats targeta 1769-IQ32..... | 66 |
| Fig. 5.21 Selecció del mòdul de sortides digitals 1769-OB32. | 67 |
| Fig. 5.22 Característiques targeta 1769-OB32 | 68 |
| Fig. 5.23 Visualització de connexions entrades/sortides. | 68 |
| Fig. 5.24 Creació i posada de nom al Motion Group..... | 69 |
| Fig. 5.25 Accés a propietats de Motion Group creat. | 70 |
| Fig. 5.26 Pestanyes de les propietats del Motion Group creat. | 70 |
| Fig. 5.27 Pestanya Attribute. | 71 |
| Fig. 5.28 Accés a propietats del servodrive..... | 71 |
| Fig. 5.29 Pestanya Associated Axes | 72 |
| Fig. 5.30 Finestra de nou eix a crear | 72 |
| Fig. 5.31 Eix creat fora del grup Motion Groups..... | 73 |
| Fig. 5.32 Eix creat dins del grup Motion Groups..... | 73 |

| | |
|--|----|
| Fig. 5.33 Finestra propietats del nou eix creat. | 74 |
| Fig. 5.34 Unitats de posicionament de l'eix | 75 |
| Fig. 5.35 Finestra selecció de servodrive i servomotor. | 75 |
| Fig. 5.36 Taula de conversió de dades..... | 76 |
| Fig. 5.37 Ruta accés per descarregar el programa. | 77 |
| Fig. 5.38 Selecció de la CPU del controlador CompactLogix. | 78 |
| Fig. 5.39 Taula valors tune..... | 78 |
| Fig. 5.40 Pestanya Homing | 79 |
| Fig. 5.41 Finestra límits..... | 80 |
| Fig. 5.42 Crear nou tag | 82 |
| Fig. 5.43 Entrada 0 Habilitació del motor | 83 |
| Fig. 5.44 Entrada 0 del mòdul d'entrades digitals. | 84 |
| Fig. 5.45 Entrada 1 Deshabilitació del motor..... | 84 |
| Fig. 5.46 Flanc ONS | 85 |
| Fig. 5.47 Tags de PanelView. | 86 |
| Fig. 5.48 Menú de blocs d'estat de moviment. | 87 |
| Fig. 5.49 Representació tag entrada..... | 87 |
| Fig. 5.50 Representació flanc [ONS]..... | 88 |
| Fig. 5.51 Interfície de programació..... | 88 |
| Fig. 5.52 Instrucció de moviment per habilitació del motor | 89 |
| Fig. 5.53 Bloc d'estat de moviment d'habilitació de l'eix. | 89 |

| | |
|--|-----|
| Fig. 5.54 Línia de programació per habilitar l'eix del motor. | 90 |
| Fig. 5.55 Bloc d'estat de moviment de deshabilitació de l'eix. | 90 |
| Fig. 5.56 Línia de programació per deshabilitar l'eix..... | 91 |
| Fig. 5.57 Línia de programació de parada de l'eix. | 91 |
| Fig. 5.58 Menú de blocs d'estat de moviment 2. | 92 |
| Fig. 5.59 Visualització i configuració del bloc d'estat de moviment MAJ positiu..... | 92 |
| Fig. 5.60 Visualització i configuració del bloc d'estat de moviment MAJ negatiu..... | 94 |
| Fig. 5.61 Línia de programació per als moviments positius i negatius. | 95 |
| Fig. 5.62 Paràmetres aplicables màxims..... | 95 |
| Fig. 5.63 Bloc d'estat de moviment de parada de l'eix. | 96 |
| Fig. 5.64 Lògica de parada. | 96 |
| Fig. 5.65 Línia de programació per la parada de seguretat..... | 97 |
| Fig. 5.66 Línia de programació per al referenciat de l'eix. | 97 |
| Fig. 5.67 Línia de programació per la correcció de fallades durant l'aplicació..... | 98 |
| Fig. 5.68 Línia de programació per a fer un reset de fallades de l'aplicació..... | 98 |
| Fig. 5.69 Bloc d'estat de moviment de cota 0 (esquerra) i bloc d'estat de moviment cota_2 (dreta)..... | 99 |
| Fig. 5.70 Línia de programació del moviment d'un vaivé. | 100 |
| Fig. 5.71 Bit de Program Complete. | 101 |
| Fig. 5.72 Accés a Export Tags. | 101 |
| Fig. 5.73 Visualització dels tags exportat en una fulla d'Excel. | 102 |

| | |
|--|-----|
| Fig. 5.74 Accés a Motion Direct Commands | 102 |
| Fig. 5.75 Finestra de Motion Direct Commands..... | 103 |
| Fig. 5.76 Accés per descarregar el programa a la CPU..... | 103 |
| Fig. 5.77 Pantalla per descarregar el programa..... | 104 |
| Fig. 5.78 Finestra nova configuració per pantalla..... | 104 |
| Fig. 5.79 Accés a resolució i model de pantalla..... | 105 |
| Fig. 5.80 Icona RSLinx Enterprise | 105 |
| Fig. 5.81 Finestra configuració de connexió..... | 106 |
| Fig. 5.82 Ruta d'accés al programa fet per RSLogix 5000..... | 106 |
| Fig. 5.83 Accés a creació de pantalla display..... | 107 |
| Fig. 5.84 Finestra de propietats del display..... | 108 |
| Fig. 5.85 Accés per afegir imatges al display..... | 109 |
| Fig. 5.86 Imatge carregada al programa..... | 109 |
| Fig. 5.87 Accés per afegir imatges al display..... | 109 |
| Fig. 5.88 Accés per al dibuix de botons de navegació..... | 110 |
| Fig. 5.89 Propietats botons de navegació..... | 111 |
| Fig. 5.90 Display Inici | 112 |
| Fig. 5.91 Accés al botó Mantingut o Momentani..... | 113 |
| Fig. 5.92 Propietats botons mantinguts..... | 114 |
| Fig. 5.93 Estats del botó mantingut..... | 115 |
| Fig. 5.94 Tag d'entrada associat al botó..... | 115 |

| | |
|--|-----|
| Fig. 5.95 Selecció del tag PanelView_MovimentPR1..... | 116 |
| Fig. 5.96 Ruta d'accés d' introducció de text al display..... | 117 |
| Fig. 5.97 Propietats del text..... | 117 |
| Fig. 5.98 Ruta accés Numeric Display. | 118 |
| Fig. 5.99 Propietats Numeric Display..... | 118 |
| Fig. 5.100 Selecció del tag de posició actual "Actual Position". | 119 |
| Fig. 5.101 Carpeta de tags pròpis de l'eix creat. | 119 |
| Fig. 5.102 Ruta accés Numeric Input Cursos Point. | 120 |
| Fig. 5.103 Propietats Numeric Input Cursos Point. | 120 |
| Fig. 5.104 Selecció de tag "acceleració_manual"..... | 121 |
| Fig. 5.105 Carpet de tags propis creats per l'usuari..... | 121 |
| Fig. 5.106 Display Control..... | 122 |
| Fig. 5.107 Creació de tag d'alarmes. | 123 |
| Fig. 5.108 Tags de fallades de l'eix. | 123 |
| Fig. 5.109 Representació pilot lluminós..... | 124 |
| Fig. 5.110 Entrades tag "alarmes_1". | 124 |
| Fig. 5.111 Línies de programació de detecció de fallades de l'eix..... | 125 |
| Fig. 5.112 Icona configuració d'alarmes. | 125 |
| Fig. 5.113 Finestra de configuració d'alarmes, Triggers..... | 126 |
| Fig. 5.114 Selecció del tag alarmes_1. | 126 |
| Fig. 5.115 Finestra de configuració d'alarmes, Messages..... | 127 |

| | |
|--|-----|
| Fig. 5.116 Finestra de configuració d'alarmes, Advanced..... | 127 |
| Fig. 5.117 Display històric d'alarmes..... | 128 |
| Fig. 5.118 Ruta accés per al dibuix de pilots lluminosos..... | 129 |
| Fig. 5.119 Configuració d'animació dels pilots lluminosos..... | 129 |
| Fig. 5.120 Display Status..... | 130 |
| Fig. 5.121 Ruta accés al dibuix de la gràfica..... | 131 |
| Fig. 5.122 Finestra configuració de gràfiques, Connections..... | 131 |
| Fig. 5.123 Finestra de configuració de gràfiques, Pens..... | 132 |
| Fig. 5.124 Controls de la gràfica de control..... | 133 |
| Fig. 5.125 Display Gràfica de Control..... | 133 |
| Fig. 5.126 Icona "Test Application", testeig de l'aplicació..... | 134 |
| Fig. 5.127 Creació Runtime de l'aplicació..... | 134 |
| Fig. 5.128 Ruta accés opció "Transfer Utility"..... | 135 |
| Fig. 5.129 Finestra de propietats de Transfer Utility..... | 135 |

Índex de taules.

| | |
|--|----|
| Taula 2.1 Accionaments mecànics..... | 4 |
| Taula 3.1 Dades problema vis sense fi. | 28 |
| Taula 3.2 Dades problema pinyó cremallera | 30 |
| Taula 3.3 Dades problema cinta transportadora..... | 31 |
| Taula 5.1 Components bàsics per la realització del control i diagnòstic..... | 53 |
| Taula 5.2 Rang de direccions IP..... | 56 |

Glossari de termes

| | |
|--------|--|
| PWM | Modulació de l'ample de pols (PulseWidthModulation) |
| IGBT | Transistors Bipolars de Comporta Aïllada (Insulated gate bipolar transistor) |
| CPU | Unitat de procés de control (Central Processing Unit) |
| SERCOS | Sistema de comunicació de temps real (Serial real time communication system) |
| IP | Adreça identificació a la xarxa(Internet Protocol Adress) |
| MAC | Adreça de control d'accés al mitjà (Media Acces Control) |
| e | Eficiència de l'accionament mecànic |
| i | Relació de transmissió |
| p | Pas de dent de la cremallera |
| z | Nombre de dents al pinyó |
| d1 | Diàmetre del rodet mestre |
| d2 | Diàmetre del rodet guia |

1 Objectius.

1.1 Propòsit.

El propòsit del projecte és l'obtenció d'un coneixement bàsic per la realització d'un diagnòstic i control complet d'un accionament mecànic com el vis sense fi.

1.2 Finalitat.

L'objectiu d'aquest projecte és proporcionar un document per tal que l'estudiant pugui fer i entendre la realització d'una pràctica de control de moviment: un control i diagnòstic dut a terme per un controlador i per pantalla tàctil a un actuador lineal vis sense fi. Així, un cop s'assoleixi el concepte, la pràctica ha de resultar suficientment instructiva i alhora emprenedora per generar així noves idees sobre la programació d'un control d'un eix d'un servomotor.

1.3 Objecte.

La documentació realitzada del projecte farà la necessitat d'utilització de hardware de control com un controlador programable, un servodrive, un servomotor, i un accionament mecànic vis sense fi per l'obtenció d'una pràctica.

1.4 Abast.

L'abast d'aquest projecte és la realització i documentació d'aquesta pràctica. També serà part de l'abast d'aquest projecte la revisió del document realitzat al any 2009 pel control d'un servomotor rotatiu.

Es donarà a conèixer les eines bàsiques per poder programar un moviment d'un actuador lineal com també el dimensionat d'un accionament mecànic a partir d'un programa d'anàlisi de sistemes.

2 Introducció.

Cada cop més, el món de l'automatisme ens ofereix resultats més precisos i solucions més ajustades per obtenir el control de moviment desitjat. Tot i així, això no vol dir que els resultats siguin fàcils d'aconseguir com tampoc la construcció de sistemes capaços de realitzar els moviments automàtics cada vegada més especialitzats als requisits necessaris.

Durant el procés de disseny d'una màquina generalment es comença per la part elèctrica, és a dir, especificació del controlador, entrades i sortides digitals, etc. Però per altra banda, és igual o més important la part mecànica com per exemple conèixer el tipus de motor adequat; rotatiu, lineal, com també els mecanismes de transmissió; corretja, pinyó vis sense fi.

Per aquest motiu, les aplicacions amb control de moviment es desenvolupaven amb tecnologia mecànica, és a dir, l'accionament d'un eix principal es realitzava mitjançant un motor elèctric rotatiu i les trajectòries de la resta d'eixos de l'aplicació es sincronitzaven per mecanismes com engranatges, lleves, biela, manovella, etc. Avui en dia però, la substitució gradual del control mecànic de moviment per un sistema elèctric de control dona lloc al terme de *mecatrònica*.

Tot i que durant el projecte es veurà quines són les capacitats d'un vis sense fi, resulta interessant veure quins accionament ens podem trobar dins un entorn industrial actual.

| Criteri | Motor Lineal | Corretja | Vis sense fi | Pinyó-cremallera |
|------------------------------------|---------------------|-----------------|---------------------|-------------------------|
| <i>Precisió</i> | Alta | Mitja | Alta | Mitja-Alta |
| <i>Resposta</i> | Alta | Mitja | Mitja | Mitja |
| <i>Velocitat</i> | Alta | Alta | Mitja | Baixa |
| <i>Força</i> | Mitja | Mitja | Mitja | Alta |
| <i>Necessitat manteniment</i> | Baix | Mig | Mig | Mig |
| <i>Dificultat muntatge</i> | Baixa | Mitja | Alta | Mitja |
| <i>Ús d'encoder absolut</i> | Baix | Alta | Alta | Alta |
| <i>Soroll</i> | Baix | Alta | Alta | Alta |
| <i>Varis mòduls en un actuator</i> | És possible | No es pot | No es pot | És possible |

Taula 2.1 Accionaments mecànics.

Els accionaments més usats són la corretja, el vis sense fi i el pinyó cremallera. Tot i així, els fabricants comencen a apostar per una solució molt nova i a la vegada cara, però extremadament eficient i precisa: el motor lineal. El que més crida l'atenció és que és un accionament completament silenciós al no haver-hi fregament mecànic. És a dir, hi ha una interacció magnètica de bobinats (el rotor), el mòdul que es desplaça, i una successió lineal d'imants (l'estator) que és la responsable de generar força lineal que origina el moviment.

Per altre banda, però, si volem moviments amb certa precisió però a partir d'un moviment no molt precís la opció és la corretja o el pinyó-cremallera. Si la configuració requereix precisions bastant elevades però a poca velocitat, haurem d'escollir el vis sense fi.

3 Teoria del control de moviment.

3.1 Introducció.

Abans d'entrar a les especificacions del que significa un servodrive o un servomotor, cal entendre el significat d'un control de moviment. Es defineix aquest terme quan es compleix un o més dels següents requisits:

- Posicionament d'un mòbil a gran exactitud.
- Control de velocitat molt precís.
- Es requereix una gran dinàmica.
- Quan s'ha de substituir elements mecànics per servo accionaments.

Així, es pot dir que un control de moviment és aquell capaç de controlar la posició d'un mòbil en un interval de temps, seguint uns valors d'acceleració, velocitat, desacceleració i un posicionament de referència. D'aquesta manera, el control representa un llaç de posició, on el valor de consigna és la posició desitjada. Aquesta és comparada amb un feedback de la posició real la qual actua sobre la variable del procés, la velocitat o el parell motor, perquè la posició real coincideixi amb la teòrica.

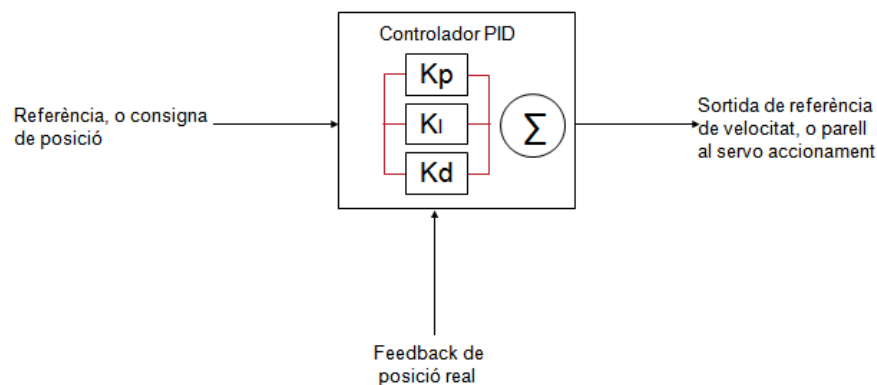


Fig. 3.1 Llaç de regulació.

Un exemple molt clar de com funciona un sistema de llaç tancat és la conducció d'un cotxe. Quan es condueix, la referència o consigna de posició és seguir la carretera i la sortida de referència és aconseguir-ho de la millor forma possible, és a dir, seguir el trajecte. Per poder obtenir aquest seguiment però, el feedback és la visió la qual aportarà la informació necessària per ajustar la velocitat del vehicle i traçar el camí desitjat.

3.2 El sistema de control de moviment.

El sistema de control de moviment està format per 5 parts principals. Aquestes parts són: control de moviment, el servodrive, el servomotor, el transductor de posició i finalment els elements mecànics accionats. Es pot definir aquest conjunt d'elements com l'aplicació bàsica de hardware per al control d'un o més eixos rotatius o lineals guiats per un servomotor.

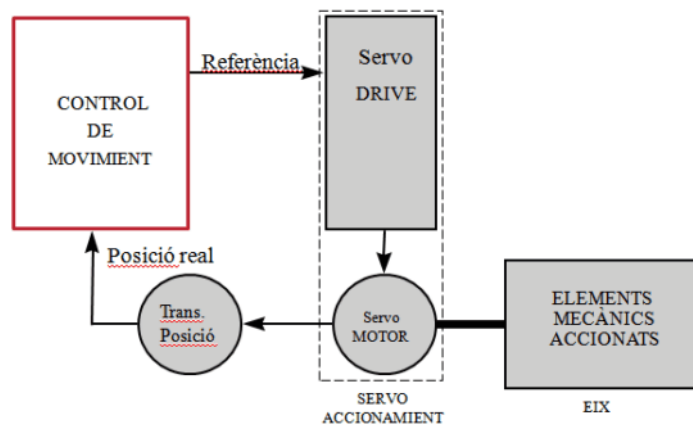


Fig. 3.2 Sistema de control de moviment.

Tal i com s'observa a la figura 3.2, el control de moviment és on es genera una consigna de velocitat o parell que s'envia directament al servodrive. Aquest és l'encarregat de subministrar potència al servomotor convertint així la referència del control en moviment rotatiu de l'eix del servomotor. Arribat aquest punt, el sistema d'actuació mecànic converteix el gir de l'eix del motor en un moviment lineal de l'eix, com per exemple, el vis sense fi. Per assabentar-se de la posició actual que està seguint l'eix, el transductor de posició informa al control de moviment de la posició real de l'eix, donant així un constant feedback al sistema per ajustar la referència de posicionament desitjada.

Cal remarcar l'element de feedback del sistema. Els transductors de posició són els encoders, els quals poden ser de tipus absolut o incremental. També existeix en casos més especials, el resolver.

3.3 El servodrive.

Com es comentava en l'apartat anterior, un servodrive es l'equip electrònic encarregat de subministrar la potència al motor. El servodrive produeix tensions sinusoidals d'amplitud i freqüència variable d'acord amb les necessitats de la càrrega de sortida i per garantir també una magnetització constant del motor, és a dir, del parell.

S'utilitza un servodrive quan l'aplicació requereixi un control de la velocitat o de parell motor, produint així moviments mecànics precisos i ajustats.

Dins l'automatització, la seva aplicació és tan comuna com variada: cintes transportadores per regular el pas de la trajectòria d'un producte, ascensors, per suavitzar el moviment de pujada i baixada, compressors d'aire, etc.



Fig. 3.3 Servodrive Ultra 3000 SE.

3.3.1 Circuit de potència i control d'un servodrive.

Un servodrive consta de dos parts principals:

1. **Circuit de potència:** la part que haurà d'alimentar el motor. A partir d'una alimentació d'entrada alterna monofàsica o trifàsica, es genera una senyal amb la potència necessària per fer moure el motor a la velocitat que es desitgi.
2. **Circuit de control:** és la part del variador la qual gestiona la commutació dels transistors del circuit inversor. Generalment, el model de regulació és el PWM o "pulse width modulation", és a dir, modulació de l'ample del pols.

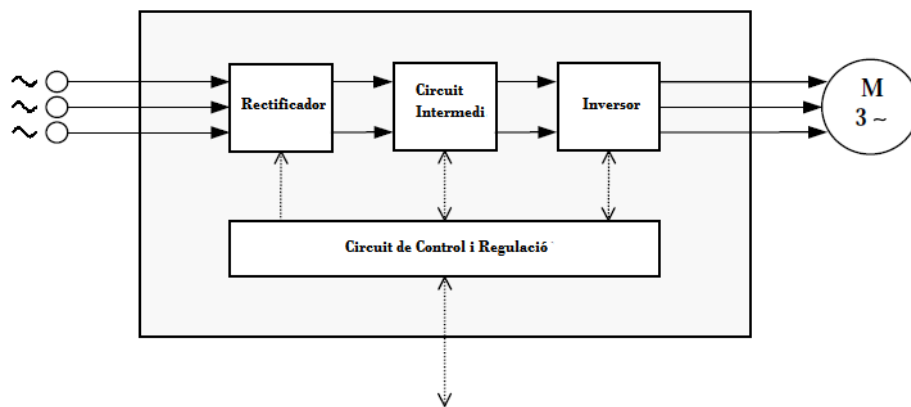


Fig. 3.4 Esquema de potència i control.

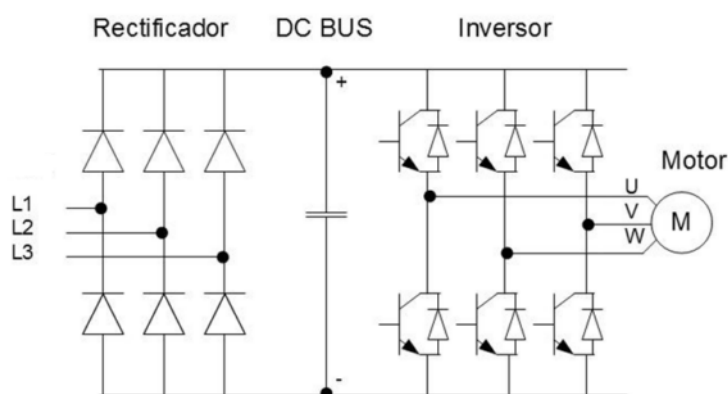


Fig. 3.5 Esquema de potència.

Així doncs, en un servodrive es poden distingir quatre parts fonamentals: el circuit rectificador, el circuit intermedi, el circuit inversor i el circuit de control i regulació.

3.3.1.1 Rectificador.

Rectificador: és el primer circuit el qual agafa la tensió d'alimentació d'entrada. Aquesta pot ser trifàsica 400 V o monofàsica 230 V. La seva funció principal és la de rectificar la tensió sinusoidal de corrent alterna d'entrada de la xarxa per convertir-la en una tensió de senyal contínua.

El circuit pel qual està format un servodrive és el circuit rectificador no controlat i està format per 6 díodes. Tal i com s'observa a la figura 3.6, es poden veure els efectes sobre la tensió d'entrada i com la converteix en una diferència de potencial per polsos.

Cal remarcar que és el circuit que s'utilitza en un servodrive, ja que utilitza el mètode de regulació PWM, és a dir, el circuit inversor que és la última part d'un servodrive, controla la magnitud i la freqüència de tensió, així que no és necessari que el circuit rectificador controli l'amplitud de banda. La solució doncs, es més senzilla i barata. D'aquesta manera, la senzillesa de construcció i funcionament aporta menys problemes a la xarxa aconseguint un avantatge notable en aplicacions on es desitja una potència mitja o elevada.

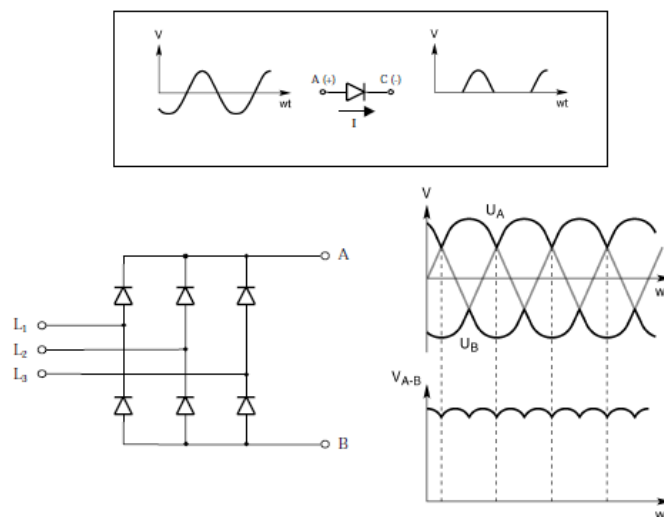


Fig. 3.6 Circuit rectificador.

3.3.1.2 Circuit intermedi.

Circuit intermedi (Bus de corrent continu C.C): és el segon circuit d'un servodrive. Aquest circuit es pot considerar com la font la qual, a través del circuit inversor, el motor s'alimenta. Es disposa d'una bateria de condensadors que serveixen per mantenir un nivell estable de tensió al circuit inversor, corrent continu, i també per filtrar la senyal de contínua per polsos obtinguda del circuit rectificador.

Molts servodrives que s'utilitzen actualment, quan motor frena, l'energia cinètica creada es transforma en energia elèctrica, com un generador. Per aquest motiu, el circuit intermedi disposa d'un commutador automàtic perquè quan la tensió del bus de contínua creix per sobre d'un valor estimat, el circuit es pugui desconnectar internament de l'etapa de potència i no es cremin els condensadors. Per solucionar-ho, es connecta un conjunt de resistències de frenada.

3.3.1.3 Circuit Inversor.

Circuit Inversor: és l'últim nivell abans d'arribar al motor. La seva funció és convertir l'alimentació de corrent continu que arriba del circuit intermedi en una alimentació alterna trifàsica simètrica. Com s'ha comentat, el que controlarà el circuit inversor serà l'amplitud i freqüència de la tensió. Els equips més antics utilitzaven com a elements de commutació els tiristors però actualment els equips més nous com els servodrives utilitzen transistors del tipus IGBT, transistors bipolars de comporta aïllada, ja que la seva commutació és més ràpida generant un perfil simètric a l'alimentació més bo.

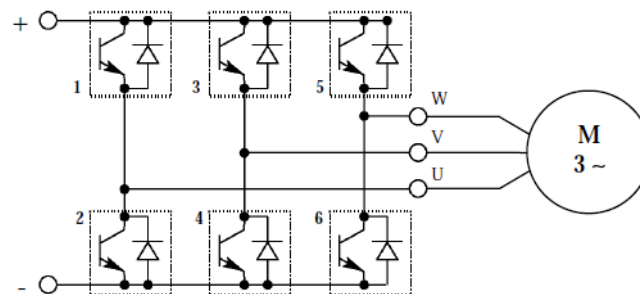


Fig. 3.7 Circuit Inversor.

3.3.1.4 Circuit de control o regulació.

Circuit de control o regulació: el circuit de control i regulació serà l'encarregat de gestionar i donar l'ordre de dispar dels transistors els quals seran els encarregats de realitzar les commutacions oportunes per aconseguir la forma d'ona necessària. El model de regulació és el PWM (Pulse Width Modulation) que controlarà l'amplitud i freqüència de tensió.

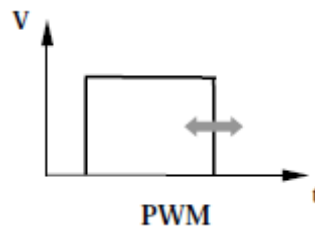


Fig. 3.8 PWM (Pulse Width Modulation).

Segons aquest mètode, el circuit de control de dispar dels transistors de l'inversor genera una ona triangular de referència la qual té una freqüència alta i una amplitud fixa, és a dir, l'ona portadora. Aquesta ona es compararà amb la moduladora, que és sinusoidal i de freqüència igual a la tensió amb la que es desitja alimentar el motor. D'aquesta manera, els IGBT's commutaran quan hi hagi una intersecció entre la ona portadora i moduladora.

Els transistors IGBTs poden arribar a freqüències de commutació de fins a 20 KHz, així que com més alta sigui la freqüència de commutació, millor serà la similitud entre la tensió de sortida i una ona sinusoidal pura. Cal recordar però que una ona portadora d'alta freqüència redueix el soroll acústic del motor però a la vegada també redueix el rendiment del motor. Cal dir també que els servodrives solen ser més cars que un variador ja que la freqüència de commutació del circuit inversor és més alta.

3.3.2 Llaços de regulació d'un servodrive.

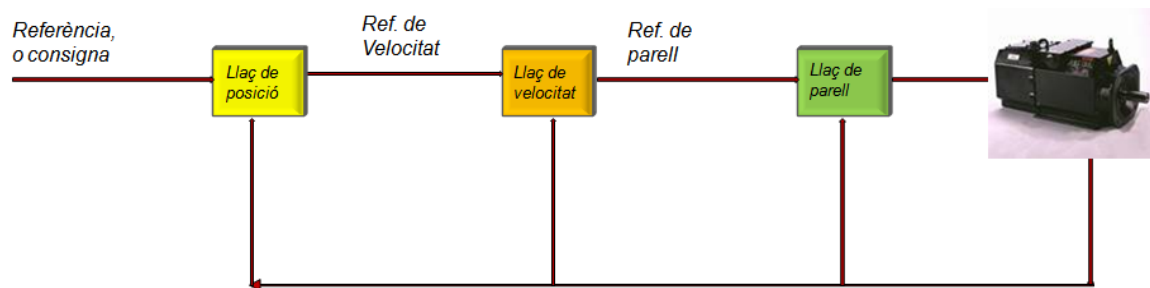


Fig. 3.9 Llaç de regulació d'un servodrive.

Un servodrive controlarà bàsicament la velocitat i el parell del nostre servomotor. Tal i com es veu a la figura 3.9, el llaç de parell rep com a valor de consigna la referència generada per el llaç de velocitat. El processador s'encarregarà de que la corrent que circula per cada fase sigui la sol·licitada per la senyal de referència.

Pel llaç de velocitat es rep el valor de consigna a l'entrada directa de referència en revolucions per minut. S'obté la senyal de velocitat real mitjançant un encoder en l'eix del motor que donarà un feedback. Així, el processador generarà el valor de sortida necessària perquè la velocitat real coincideixi amb el de la consigna.

Com s'ha explicat, el servodrive gestionarà la velocitat i el parell motor tancant els propis llaços de regulació, és a dir, la realimentació la duu a terme el propi servodrive. La realimentació del llaç de posició però, és pot dur a terme a través d'equips servodrives especials o a través del processador.

Per una banda hi ha els equips els quals tenen moviments indexats, és a dir, controlen un servoaccionament generant els tres perfils de posició, velocitat i parell motor. Són equips que s'utilitzen per fer controls on no existeixen altres eixos a sincronitzar.



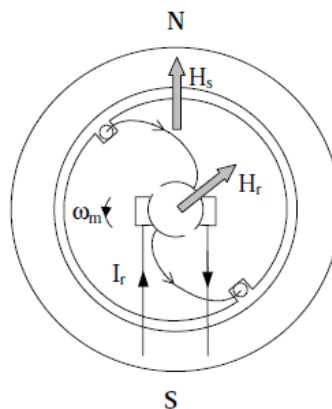
Fig. 3.10 Servodrive Ultra 3000 indexat.

Per altra banda, hi ha els servodrives, que controlen els perfils de velocitat i parell motor però no el de posició. La consigna de posició i qui la genera és el processador. El resultat és l'entrega d'una consigna de velocitat i parell motor que s'envia al servodrive.

3.4 Motors elèctrics i el concepte de servomotor.

Avui en dia existeixen bàsicament 3 tipus de motors. Els motors de corrent contínua, els motors de corrent alterna i els servomotors. La diferència principal entre ells és la construcció de l'estator i el rotor. A les màquines de contínua i alterna la construcció sol ser la mateixa però no per al servomotor.

En les màquines de corrent contínua a l'estator es troben els pols magnètics i el bobinatge d'excitació. Al rotor trobem el bobinatge el qual s'indueix un corrent. Aquesta corrent produeix un camp magnètic que és atret pel camp creat a l'estator fent així que el rotor es mogui.

Fig. 3.11 Motor de contínua, H_s és el camp magnètic de l'estator i H_r del rotor.

Pel que fa als motors de corrent alterna, amb el pas del temps han anat guanyant terreny als motors de contínua, ja que la seva construcció és més simple no disposant de parts de commutació i suportant condicions de treball bastant elevades. Dins les màquines de corrent alterna es diferencien les síncrones i les asíncrones. En principi, l'estator de les dues màquines elèctriques treballen de la mateixa manera tot i que la diferència principal es troba en la manera com està construït el rotor i com es mou seguint el camp magnètic, és a dir, en la màquina síncrona, el camp magnètic es desplaça a la mateixa velocitat que el rotor, però en la màquina asíncrona la operació es fa a velocitats diferents.

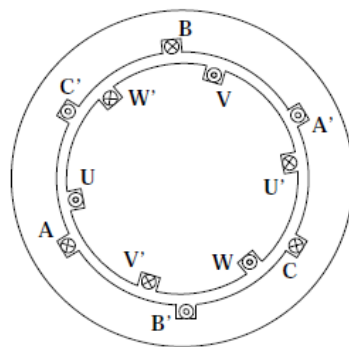


Fig. 3.12 Motor d'alterna.

Així doncs, es podria definir un servomotor com un motor utilitzat per obtenir una sortida precisa i exacte en funció del temps. Constructivament i a diferència de les màquines d'alterna i contínua, un servomotor té al rotor imants permanents fixats a l'eix. Aquests imants utilitzen un material anomenat "terres rares", un material que fa que l'eix pesi menys produint baixes inèrcies i podent agafar altes velocitats i acceleracions, i per tant, altes precisions. Així, al no tenir un bobinatge al rotor i al estar format per un material menys pesant i al no tenir tampoc dissipació tèrmica, s'aconsegueix una reducció important de la grandària del motor. Per altra banda, l'estator del servomotor és semblant al d'un motor síncron format per làmines, tal i com es veu a la figura 3.13.

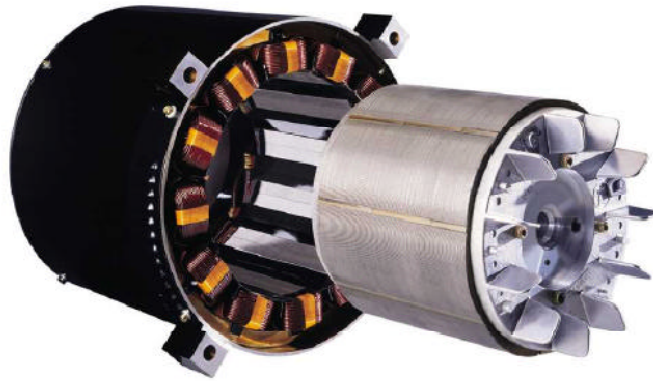


Fig. 3.13 Servomotor.

D'aquesta manera, la utilització d'un servodrive és essencial per alimentar l'estator amb una tensió i freqüència correcta implicant una generació de camp magnètic al rotor d'imants permanents molt precisa. Per tant, s'obtindrà un parell motor necessari, una velocitat i una acceleració molt bona concloent amb una posició molt ajustada.

La selecció d'un servomotor per una determinada aplicació requereix sobretot conèixer el parell motor màxim necessari per accelerar i frenar amb precisió una càrrega.

La utilització del servomotor és cada cop més utilitzada en el món de l'automatització. Cada cop més, s'aprecien més aplicacions les quals requereixen un alt parell motor amb una baixa inèrcia per obtenir un control de moviment molt precís i a altes velocitats. Les aplicacions més comunes són: elevadors o ascensors en robòtica, aplicació en màquines de soldadura i de mecanitzat de peces a alta precisió com la fabricació de les parts d'un cotxe en una cadena de producció, en maquinària d'envasar i embalatge, etc.

3.5 La força, el parell i la inèrcia.

En la mecatrònica, és important entendre aquestes tres conceptes ja que estan relacionats. Es parteix de la base de que es vol realitzar un moviment però per això es necessita un parell, una velocitat i una relació d'inèrcies.

La força representa l'energia necessària i capaç de modificar la quantitat de moviment, és a dir, sense aplicar una força, un cos està parat o amb una velocitat constant. Però en la mecànica, sempre s'ha de tenir en compte que existeix també la força de fricció i en conseqüència unes pèrdues fent que un moviment constant pugui ser parat.

Així doncs, el parell és el conjunt de forces que obliga a girar el rotor del motor tal i com es veu a la figura 3.14.

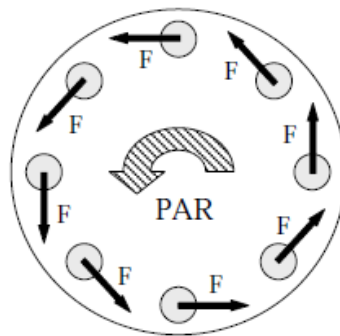


Fig. 3.14 Parell motor.

Com que el parell depèn d'una corrent i resulta fàcilment controlable, s'obté un control total del parell motor. Aquest parell és proporcional a la corrent de l'estator del servomotor i d'una constant K_t pròpia del motor, tal i com es veu a (3.1).

$$\text{Parell motor} = K_t \cdot I(A) \quad (3.1)$$

Així, el parell motor és la força necessària per un moviment multiplicat per la distància al gir de l'eix, és a dir, en funció d'una distància de gir, el mateix parell motor pot donar una força en concret.

Un paràmetre molt important a l'hora de dimensionar els sistemes mecànics i els motors que els han de moure és la inèrcia d'ambdues parts. El moment d'inèrcia d'un cos és una magnitud física que representa la distribució de la càrrega al voltant del seu eix de rotació. Així, un disc de dos kilograms i vint mil·límetres de diàmetre tindrà una inèrcia molt més petita que un disc de dos kilograms amb un diàmetre de trenta mil·límetres (la relació és quadràtica amb la distància). En conclusió, el que mesura la inèrcia és com de llunyana es troba la massa de l'eix de rotació. Les unitats són en Kilograms per metre quadrat $\text{kg} \cdot \text{m}^2$.

És molt important saber que quan es té una aplicació a una inèrcia molt alta, és necessari un motor amb una inèrcia alta, és a dir, hi ha una massa considerable allunyada del centre de rotació. Normalment la inèrcia del motor no ha de ser més petita que una desena part de la inèrcia de la càrrega. Per aquest motiu, moltes aplicacions de control de moviment fallen al no tenir en compte aquesta relació i al no aplicar les reductores, és a dir, l'element mecànic que permet establir una relació de parell, velocitat i relació d'inèrcies amb la càrrega a moure.

Per exemple, es disposa d'un motor que gira a 1000 revolucions per minut, però es vol que l'aplicació es realitzi a l'eix de sortida a 200 revolucions per minut. Així, s'utilitzarà una reductora de relació de transmissió $i = 5$, és a dir, la relació entre la velocitat de l'eix d'entrada i l'eix de sortida. Això farà que el parell o la força de l'eix de sortida sigui cinc vegades més que el d'entrada i que la inèrcia repercutida a l'eix motor és divideixi per vint-i-cinc.



Fig. 3.15 Reductora.

3.6 Eix rotatiu i eix lineal.

Quan es parla de la diferència entre aquests dos conceptes cal referir-se a l'actuació del servomotor i com, a partir de l'accionament mecànic, es pot convertir en un moviment rotatiu o lineal.

L'eix rotatiu és aquell que avança de manera indefinida i el seu valor s'incrementa des de 0° fins a un valor màxim. Aquest valor màxim s'anomena valor de posició "unwind", és a dir, posició de desenrotllar. S'ha de tenir en compte que un eix rotatiu té un recorregut de 0° fins a 360° , és a dir, una volta.

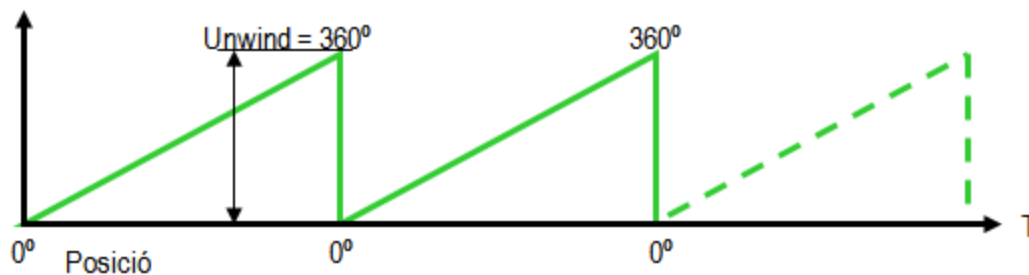


Fig. 3.16 Posicionat motor rotatiu.

En molts casos, no són més que tambors acoplats a un motor mitjançant una reductora, una corretja o una cadena. Un altre exemple ben clar és tal i com es pot observar a la figura 3.17. L'aplicació és sobre un eix rotatiu, és a dir, el motor farà girar el seu eix constantment però aquest tornarà a passar per 0° consecutivament.

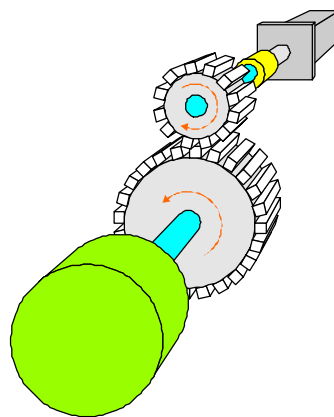


Fig. 3.17 Eix rotatiu.

3.7 Tipus de moviments mecànics.

Es poden definir dos tipus de moviments mecànics. El moviment trapezoïdal i la curva-S. Aquests moviments proporcionen una estabilitat determinada de l'accionament mecànic abans de poder arribar a la velocitat desitjada. El pas que es realitza per passar d'un moviment a un altre serà mitjançant la derivada de l'acceleració, és a dir, el terme anomenat "jerk" en anglès o "cop" en català. Es pot definir aquest paràmetre com el necessari per calcular la rapidesa de l'acceleració de l'accionament mecànic quan es realitza un canvi de velocitat, tenint en compte que s'ha de conèixer en tot moment la forma d'accelerar.

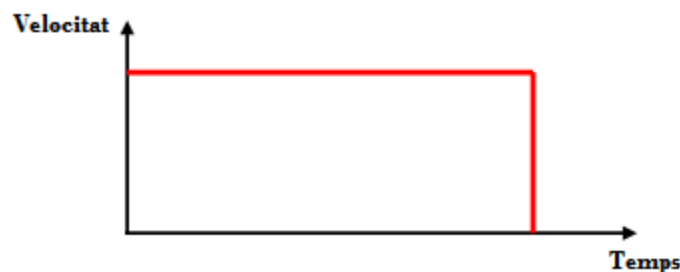


Fig. 3.19 Gràfica de velocitat constant (m/s) i temps (s).

Tal i com es veu a la figura 3.19 l'ideal seria que en l'instant 0 l'accionament mecànic aconseguís la velocitat desitjada i en el moment de parar-lo la velocitat fos 0. Tècnicament això es impossible ja que tant al principi com al final de la gràfica l'acceleració i la desacceleració són infinites.

Així doncs, el moviment trapezoïdal és el vist a la figura 3.20, on s'inclou un tram d'acceleració i desacceleració. Aquest moviment es pot reproduir en un accionament mecànic com es podrà veure a la pràctica realitzada. Tot i així, cal comentar que aquesta variació és molt brusca fent que l'actuador reaccioni més ràpid però fent que el desgast mecànic sigui considerable.

Es proposa per exemple una velocitat de 1000 unitats / segon i que el temps d'acceleració sigui d'1 segon, l'acceleració serà doncs de 1000 unitats /*segon*².

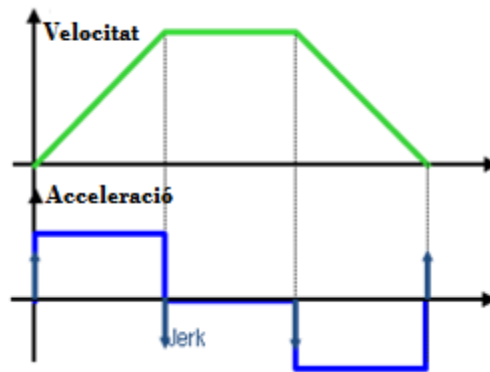


Fig. 3.20 Gràfic de moviment trapezoïdal.

Com es pot veure en la gràfica de la figura 3.20 la variació de l'acceleració en quatre instants és infinita. Això implica un moviment bruscat (tot i que en la realitat, mai serà infinit sinó que s'ajustarà a un límit possible).

El més ideal és ajustar la derivada de l'acceleració, és a dir, si s'ajusta més el paràmetre jerk. Tal i com es veu a la figura 3.21.

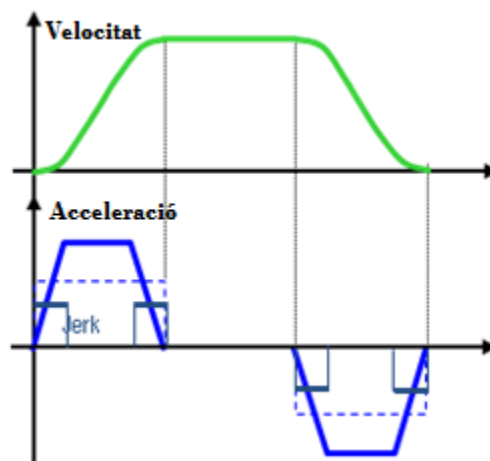


Fig. 3.21 Gràfic d'aplicació de jerk.

Com es pot veure en la gràfica de la figura 3.21, ara el paràmetre jerk pren un valor del 40% quedant que:

$$\text{Jerk} = \frac{1000}{0.4} = 2500 \text{ unitats / segon}^3 \quad (3.2)$$

El resultat més suau és el següent:

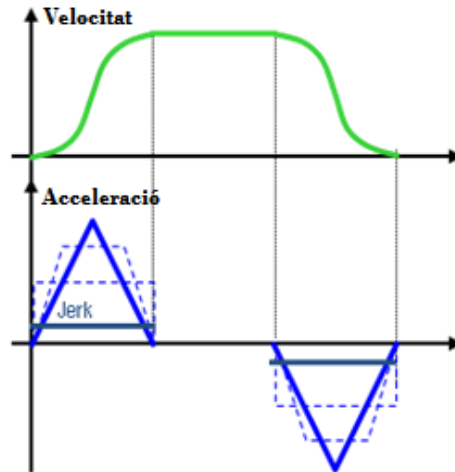


Fig. 3.22 Gràfic de Curva-S.

Si es fa un ajustament del valor jerk del 100% del temps d'acceleració, s'observa una Curva-S fent que d'aquesta manera que l'acceleració i la velocitat siguin derivables provocant un moviment més suau tal i com es veu a la figura 3.22.

$$\text{Jerk} = \frac{1000}{1} = 1000 \text{ unitats/segon}^3 \quad (3.3)$$

L'únic inconvenient per la curva-S és la poca rapidesa, és a dir, per a realitzar un posicionament (àrea de la línia verda) es necessitarà més temps fent un moviment en corva-S si no s'augmenta la velocitat o l'acceleració. En la majoria d'aplicacions s'ha de trobar un compromís entre velocitat, acceleració i jerk emprat per resoldre-la.

Per la majoria d'aplicacions, limitar el valor del jerk mínimament, millora de manera notable la suavitat del moviment fins a nivells apreciables a "simple vista".

3.8 Els encoders.

Els transductors elèctrics més habituals que serveixen per donar un feedback de la posició al controlador són els encoders. Existeixen varis tipus, però els més habituals són els digitals, és a dir, de tipus incremental i absolut i l'analògic: els resolvers.

3.8.1 Encoder incremental.

L'encoder incremental es pot definir com un transductor que transforma un moviment angular en una sèrie d'impulsos digitals. Està format per un disc que gira sobre l'eix del motor. Aquest encoder té una sèrie de franges impreses, mitjançant un procés fotogràfic, les quals són llegides per uns sensors fotoelèctrics obtenint així una senyal elèctrica digital.

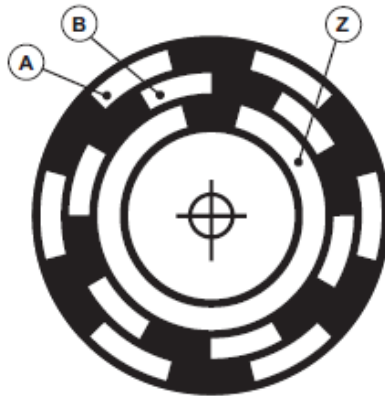


Fig. 3.23 Disc encoder incremental.

Per detectar el sentit del gir de l'eix, l'encoder compta amb dos sensors fotoelèctrics A i B que capten les franges impreses en el disc i que estan desfasats 90°. Amb la lectura d'un sol sensor (A) s'obté la velocitat de l'eix però si s'afegeix un altre (B) es pot saber el sentit de rotació. Així doncs, amb un comptador, però amb una prèvia descodificació, s'incrementa o es redueix la posició obtinguda per A i B fent que s'obtingui el valor de la posició real.

Per últim, la franja amb una sola impressió (Z) serveix per posar la posició absoluta de l'eix de l'encoder a 0, és a dir, s'ha de buscar una referència o punt d'origen un cop es resseteja el comptador, ja que la posició física de l'encoder no té perquè ser 0, no coincidint doncs amb la posició física real.

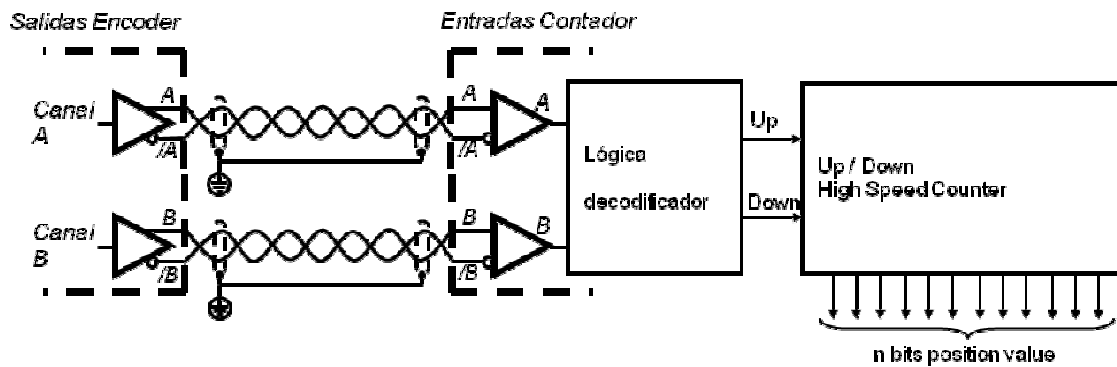


Fig. 3.24 Lògica encoder incremental.

3.8.2 Encoder Absolut.

Un altre tipus de detecció de posicionament de l'eix és mitjançant l'encoder absolut. Té molta semblança a l'encoder incremental ja que és un disc que també gira sobre un eix central el qual també té una franges impreses mitjançant un procés fotogràfic.

A diferència de l'encoder incremental però, l'encoder absolut té una combinació de franges que paral·lelament entre sí donen el codi binari Gray. Per tant, es tindran tantes franges impreses en el disc com nombre de bits de sortida tingui l'encoder, és a dir, hi haurà un sensor fotoelèctric a cada franja. Cada lectura s'obté de forma immediata, ja que cada bit de sortida es connecta directament a una entrada del controlador.

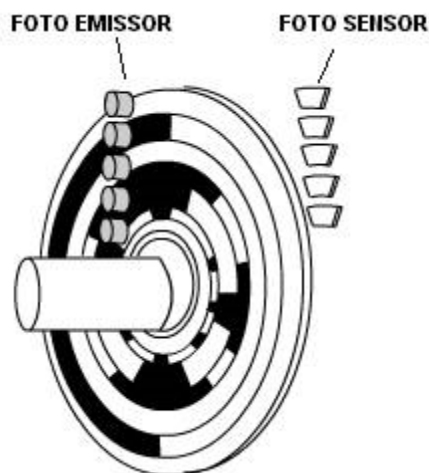


Fig. 3.25 Disc encoder absolut.

Així, en aquest tipus de transductors la posició queda determinada mitjançant la lectura del codi binari Gray de sortida, essent aquesta única per a cada una de les posicions d'una volta de l'eix. Per altra banda, els encoders absoluts no perden la posició real quan es talla l'alimentació, tal i com passa a l'encoder incremental el qual s'havia de buscar el punt 0.

3.8.3 El resolver.

El resolver és un tipus de transductor elèctric que s'assembla molt a l'estructura d'un motor, és a dir, està format per dos bobinats el rotor i l'estator. Quan el bobinatge del rotor és alimentat amb corrent alterna, el segon bobinatge és excitat, l'estator. Així, quan la bobina del rotor canvia de posició, la sortida del bobinat de l'estator canvia. Aquest canvi és directament proporcional a l'angle amb el qual el motor ha canviat de posició. La magnitud de sortida de voltatges varia amb el sinus i el cosinus de la posició de l'angle del rotor, ja que els bobinats del l'estator estan desfasats 90° tal i com es pot veure a la figura 3.26.

Dins del transductor però, la sortida és de forma analògica, però perquè sigui interpretada per la CPU o per el propi servodrive, un convertidor Analògic Digital converteix la senyal analitzada produint una sortida de magnitud proporcional al gir del rotor.

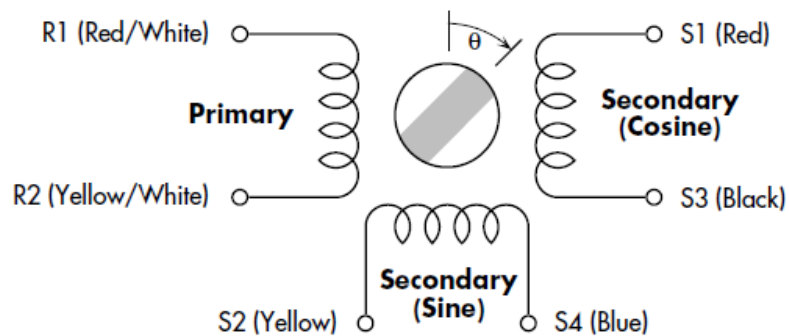


Fig. 3.26 Resolver.

3.9 Els actuadors mecànics.

Tal i com s'ha comentat a la introducció del projecte, actualment els accionaments mecànics i electrònicament controlats més bàsics i més usats en la indústria són els motors lineals, els vis sense fi, el pinyó cremallera, i la politja corretja.

Es realitzarà una breu explicació de cada un d'ells seguit d'un breu problema especificant la velocitat i el parell necessari del servomotor per realitzar un moviment desitjat en l'accionament mecànic.

3.9.1 El vis sense fi.

El vis sense fi compta amb les següents parts tal i com s'observa a la figura 3.27. El servomotor acciona l'eix motriu mitjançant un acoblament al seu eix. El desplaçament es pot portar a terme per un recorregut limitat per unes guies. La càrrega s'aplica sobre una base (color blau) la qual està muntada sobre una rosca. Aquesta rosca està fixada per unes guies del desplaçament a l'eix motriu i per tal que no es mogui, dins seu hi ha uns coixinets d'alumini, tal i com es veu a la figura 3.28.

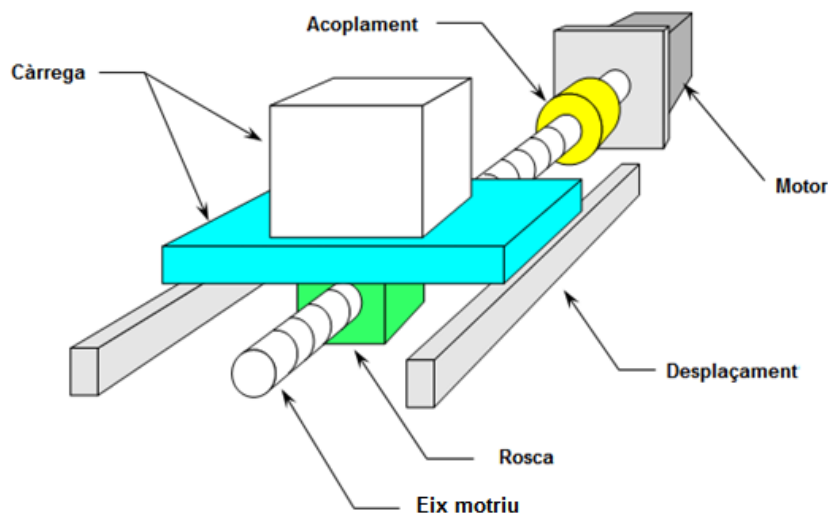


Fig. 3.27 Parts del vis sense fi.

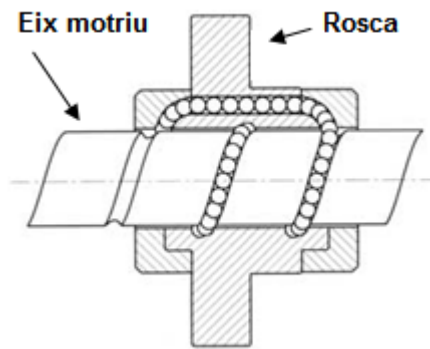


Fig. 3.28 Vista interior de la rosca i l'eix motriu

La velocitat de desplaçament de la càrrega per part de l'accionament mecànic depèn sobretot del pas de l'eix motriu en mm/revolució i de la velocitat de gir de l'eix del motor en revolucions per minut. Així, com més gran sigui el pas de rosca, més parell motor es necessitarà per moure l'accionament.

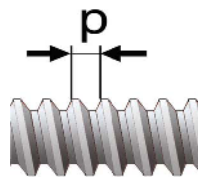


Fig. 3.29 Pas de rosca de l'eix motriu.

El vis sense fi s'utilitza sobretot en aplicacions de gran precisió, de l'ordre de $\pm 0.02\text{mm}$. S'obté però més precisió si s'utilitzen rosques amb precàrrega per eliminar la folgança que existeix quan el coixinets o boles d'alumini es desplacen per l'eix motriu tal i com es veu a la figura 3.30. Per últim, cal comentar que la seva velocitat de desplaçament no sol ser molt elevada, un màxim de 1000 mm/segon aproximadament.

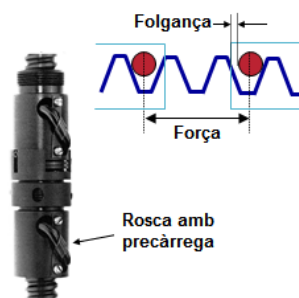


Fig. 3.30 Vista de la folgança i rosca amb precàrrega.

A continuació s'explicarà de manera breu i simplificada el càlcul de prestacions mecàniques útils d'un motor necessari per fer girar l'eix motriu.

Per exemple, es necessita moure una càrrega d'1Kg a una velocitat de 0,10 m/s, és a dir, a 100 mm/s. El pas de rosca és d 2 mm i amb una eficiència del 95 %.

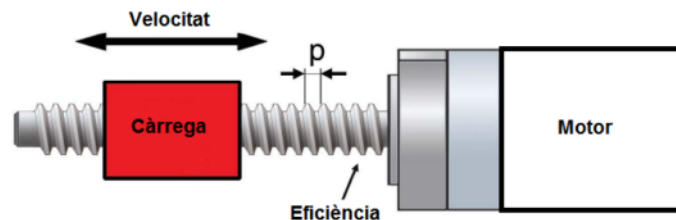


Fig. 3.31 Esquema vis sense fi.

| Càrrega | Velocitat | Pas de rosca (p) | Eficiència (e) |
|---------|-----------|------------------|----------------|
| 1Kg | 0.10 m/s | 2 mm | 95 % |

Taula 3.1 Dades problema vis sense fi.

$$\text{Parell motor} = \left(\frac{p}{2 \cdot \pi} \right) \cdot \left(\frac{\text{Càrrega}}{e} \right) = 0.0035 \text{ Nm} \quad (3.4)$$

$$\text{Velocitat motor} = \left(\frac{60}{p} \right) \cdot \text{Velocitat} = 3000 \text{ rpm} \quad (3.5)$$

Cal dir que en aquest tipus de transmissió poden haver-hi pèrdues molt importants segons la combinació de l'eix motriu i la rosca. Una eficiència d'una rosca sense boles es troba entre el 20% i el 50% mentre que una rosca amb boles (com és el cas del problema) pot arribar al 95%. També es important remarcar que si la rosca amb boles té una inèrcia considerable, juntament amb la càrrega, s'hauria d'introduir en el càlculs.

3.9.2 Pinyó cremallera.

Pel que fa a la transmissió de pinyó cremallera, l'eix de sortida de l'accionament mou la càrrega per mitjà d'una cremallera.

El parell de sortida i la velocitat de sortida de l'element motriu es calculen d'acord amb la velocitat desitjada. Es té en compte el pas entre les dents de la cremallera (p) i el nombre de dents del pinyó (z).



Fig. 3.32 Pinyó cremallera.

El sistema pinyó-cremallera s'utilitza en aplicacions on es requereix una precisió mitjana/alta, de l'ordre de $\pm 0.05\text{mm}$ aconseguint però una velocitat de desplaçament força elevada.

Per exemple, l'objectiu és moure una taula que pesa un 1Kg, amb una velocitat de 0.14 m/segon. El pas entre dents que s'aplica de la cremallera (p) és de 2 mm amb un pinyó associat de 14 dents (z). L'eficiència del sistema és del 90%.

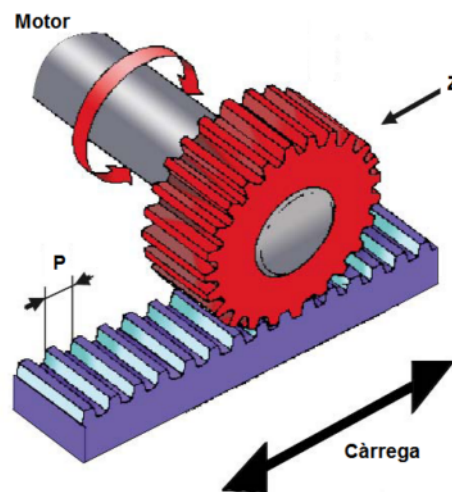


Fig. 3.33 Esquema pinyó cremallera.

| Càrrega | Velocitat | Pas dents cremallera (p) | Dents pinyó (z) | Eficiència (e) |
|---------|--------------|--------------------------|-----------------|----------------|
| 1 Kg | 0.14 m/segon | 2 mm | 14 | 90 % |

Taula 3.2 Dades problema pinyó cremallera

$$\text{Parell motor} = \left(\frac{p \times z}{2 \times \pi} \right) \cdot \left(\frac{\text{Càrrega}}{e} \right) = 0.0495 \text{ Nm} \quad (3.6)$$

$$\text{Velocitat motor} = \left(\frac{60}{p \cdot z} \right) \cdot \text{Velocitat} = 300 \text{ rpm} \quad (3.7)$$

3.9.3 Cinta transportadora.

La cinta transportadora compta principalment amb un rodet mestre i un altre rodet guia. La càrrega es transporta amb una corretja la qual aconsegueix una eficiència gairebé del 100% (entre 96% i 98%). Els valors desitjats de càrrega i velocitat pel transport s'han de tenir en compte amb el diàmetre del rodet mestre per poder calcular així el parell motor necessari com també la seva velocitat.

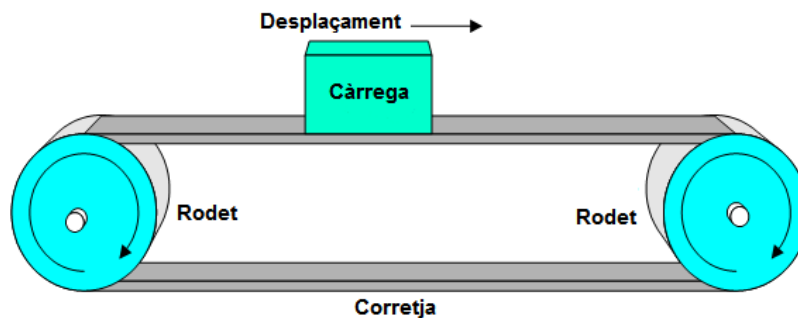


Fig. 3.34 Cinta transportadora.

Així doncs, és molt important fer referència al diàmetre dels rodets, ja que aquesta magnitud aporta un funcionament més o menys dinàmic al sistema de la cinta transportadora. També, cal fer referència a la inèrcia dels rodets, ja que en aplicacions d'alta velocitat s'origina una acceleració i frenada considerables. Per tant, caldrà considerar una inèrcia als càlcul si aquest excedeix un 10% del valor de la inèrcia de la càrrega.

El sistema de cinta transportadora s'utilitza en la majoria d'indústries pel transport entre nivells de producció. Són aplicacions que requereixen una precisió mitjana /alta de l'ordre de de $\pm 0.2\text{mm}$ aconseguint una velocitat d'avançament elevada d'1 m/segon a 5 m/segon.

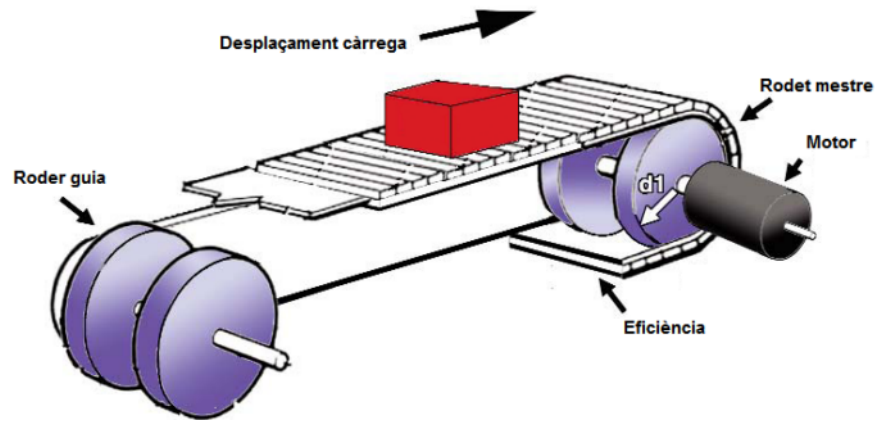


Fig. 3.35 Esquema cinta transportadora.

Imaginem que es vol desplaçar una massa d'1Kg per la cinta transportadora a una velocitat de 5m/s. Els rodets utilitzats, tant el mestre com el guia, tenen un diàmetre de 5 cm. Per últim, la eficiència del sistema és del 96 %.

| Càrrega | Velocitat | Diàmetre rodet mestre (d1) | Diàmetre rodet guia (d2) | Eficiència (e) |
|---------|-----------|----------------------------|--------------------------|----------------|
| 1 Kg | 5 m/segon | 5 cm | 5 cm | 96 % |

Taula 3.3 Dades problema cinta transportadora.

$$\text{Parell Motor} = \left(\frac{d1}{d2}\right) \cdot \left(\frac{\text{Càrrega}}{e}\right) = 10.41 \text{ Nm} \quad (3.8)$$

$$\text{Velocitat Motor} = \left(\frac{60}{\pi}\right) \cdot \left(\frac{\text{Velocitat}}{d1}\right) = 1909,85 \text{ rpm} \quad (3.9)$$

3.9.4 El motor lineal.

El motor lineal és un accionament on s'aconsegueixen velocitats i acceleracions molt altes i a una alta precisió. Són actuadors que arriben a una velocitat de fins a 10 m/segon aconseguint acceleracions de 10 G. Es pot dir que són màquines molt fiables, ja que requereixen molt poc manteniment. El fet que no hi hagi fricció mecànica fa que siguin també molt silencioses. La seva constitució mecànica és com la d'un motor rotatiu però desplegat i dissenyat en posició lineal, és a dir, l'estator, circuit primari, és un conjunt d'imants permanents construïts un al costat de l'altre, i el rotor, circuit secundari, és una bobina que es desplaça sobre el recorregut de l'estator, tal i com s'observa a la figura 3.36.

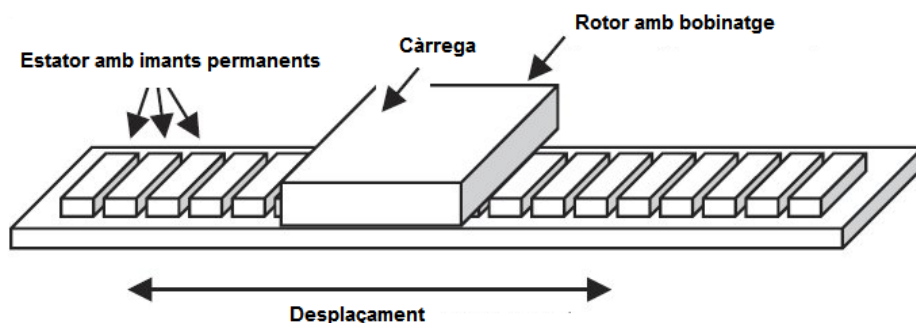


Fig. 3.36 Esquema motor lineal.

Un cop s'alimenta el bobinatge del rotor, es produeix un camp magnètic que, juntament amb el camp magnètic de l'estator, es repelen creant un moviment sense fricció mecànica i per levitació magnètica tal i com es veu a la figura 3.37.

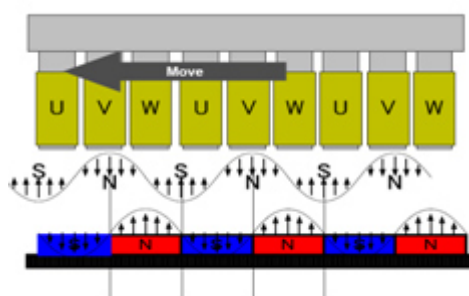


Fig. 3.37 Levitació magnètica.

Un servodrive serà l'encarregat de subministrar corrent al rotor. L'encarregat d'informar al servodrive de la posició del rotor és un encoder situat a la càrrega que detecta la posició mitjançant la lectura a través del desplaçament subjecte a unes guies lineals.



Fig. 3.38 Encoder motor lineal.

Tot i que és una tecnologia molt nova, les aplicacions dels motors lineals es comencen a implementar degut als raonables costos de fabricació i posada en marxa substituint així el vis sense fi. Tot i així, el principal inconvenient d'aquets actuadors és la dissipació tèrmica que es genera havent de proporcionar un sistema de refrigeració adequat. Això però, incrementa el seu cost d'adquisició.

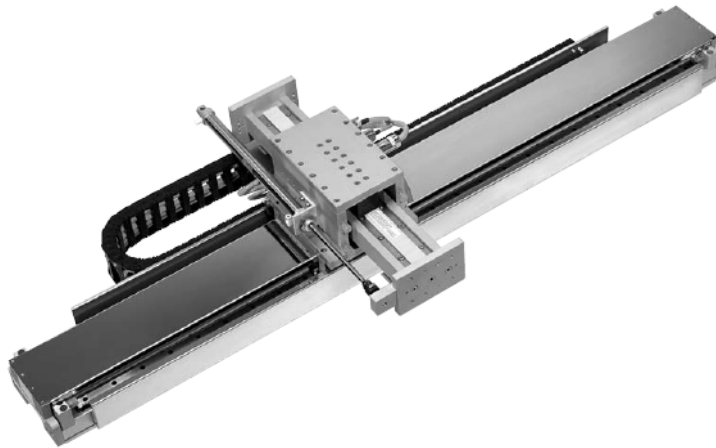


Fig. 3.39 Motor lineal.

3.10 Dimensionat d'un actuator lineal amb el programa Motion Analyser.

Per realitzar aquest apartat es necessitarà bàsicament una estació de treball, un ordinador i el programa Motion Analyser.

L'objectiu d'aquesta pràctica és trobar el motor i el servodrive adient (els més petits que compleixin els requisits) per a realitzar un moviment determinat en funció del mecanisme. El motiu pel qual es busquen els motors i els servodrives més petits és degut a que s'intenta simular una aplicació real; pel preu, per la potència i sobretot per la seva grandària.

Es realitzaran una sèrie de passos per trobar el material necessari i ajustat que el programa proporcionarà a l'usuari mitjançant una sèrie de passos intuïtius. Aquests passos són: la selecció de perfil de moviment, selecció desitjada d'accionament mecànic, de motor, de servodrive i de reductora en cas que faci falta.

3.10.1. Dades del problema.

Les dades emprades al programa seran les següents: un servomotor per moure una càrrega de 30 kilograms en un recorregut d'un metre en menys d'un segon. El sistema mecànic consta d'una politja de 1000 mm de diàmetre amb una corretja. Quin motor i servodrive necessitaríem? Ens cal una reductora?. Es realitzarà la prova amb l'accionament mecànic proposat i comparant els resultats obtinguts amb un vis sense fi.

Per començar l'aplicació s'obre el programa Motion Analyser.

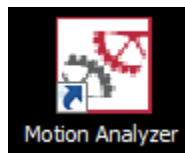


Fig. 3.40 Icona programa Motion Analyser.

Apareixeran 3 opcions. Es clica la Professional” per començar el disseny.

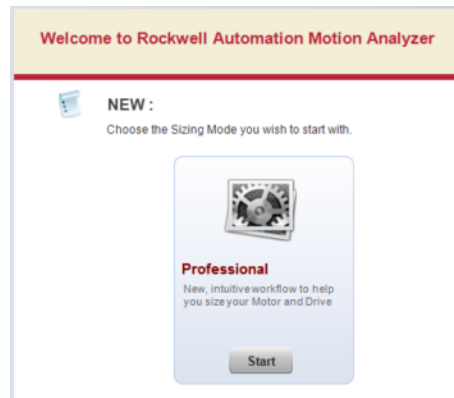


Fig. 3.41 Selecció de projecte nou.

Es mostrarà ara el menú del programa. Per iniciar una aplicació, es clica a “Application Data”.

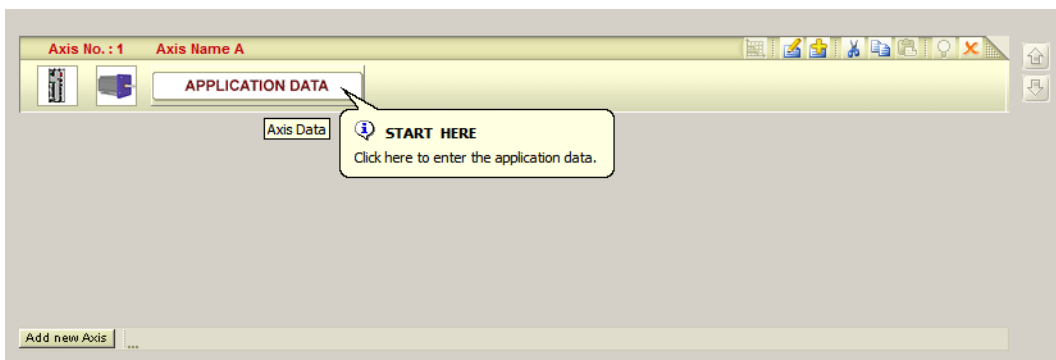


Fig. 3.42 Selecció d'aplicació.

El primer pas és seleccionar el tipus de càrrega, és a dir, s'escull una càrrega lineal ja que els moviments amb els quals es treballaran seran lineals. Es clica a “Select” a la opció “Linear”.



Fig. 3.43 Selecció del tipus de càrrega.

Seguidament, apareixerà una finestra on es començarà a introduir les dades del problema presentat, a l'apartat "Load Mass" és a dir, la càrrega. S'introdueix els 30 Kg.

Fig. 3.44 Introducció dades de l'aplicació.

Es clica a la icona que apareix al costat dret inferior per seguir ara amb l'aplicació.

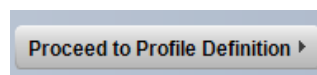


Fig. 3.45 Icona selecció del perfil.

Seguidament, s'obrirà una finestra on es configurarà el perfil de l'actuador, és a dir, el moviment en trapezoidal o corba-S que s'anirà ajustant en funció dels resultats obtinguts. Es clica a "Edit Profile" per entrar a les seves característiques.

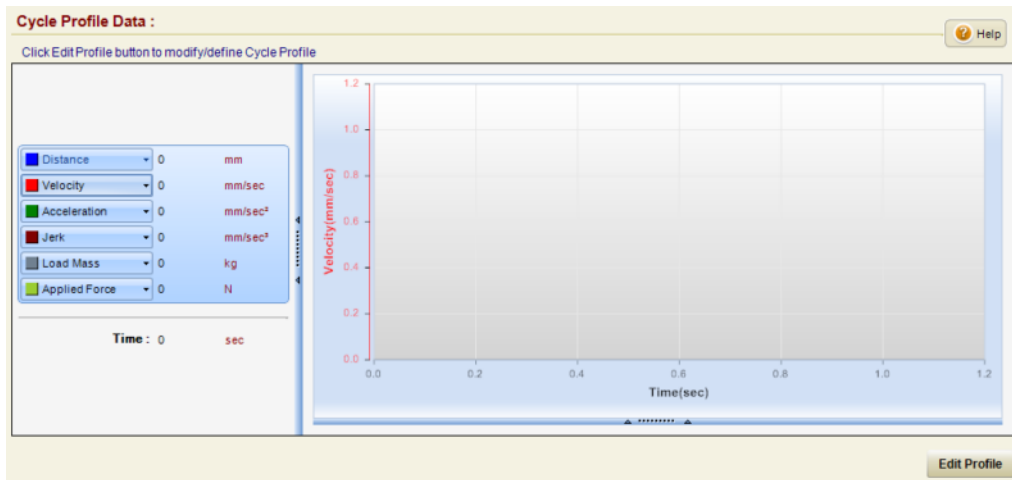


Fig. 3.46 Pantalla d'opcions del perfil.

Un cop s'obre la finestra de característiques del perfil de l'aplicació, s'entren els valors proposats pel problema inicial com el recorregut total "Move Distance", el temps del recorregut "Move Time" i el temps de deshabilitació "Dwell Time", temps en què l'accionament realitza una parada, tal i com es veu a la figura 3.47.

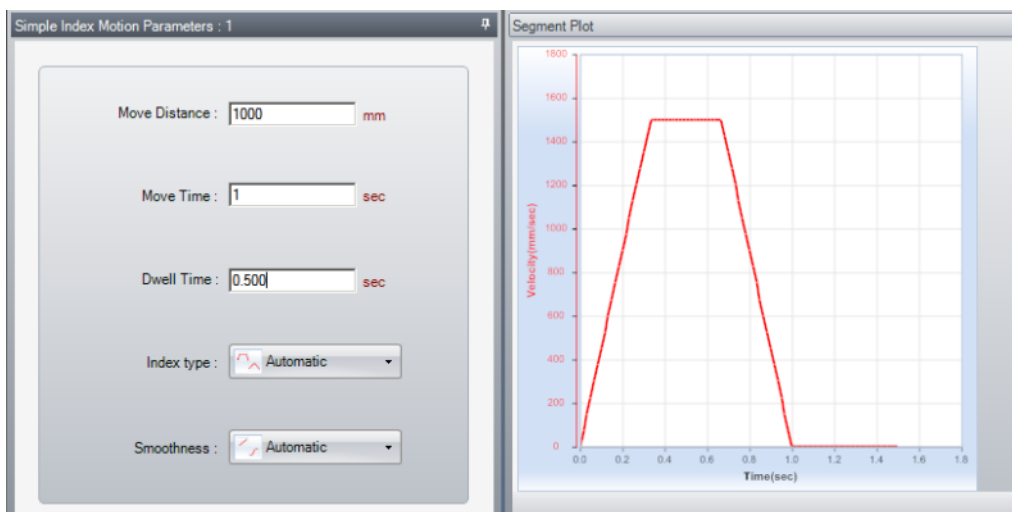


Fig. 3.47 Introducció de dades al perfil.

Un cop entrats els valors es clica OK. A continuació, es clica a la opció que apareix al costat dret inferior “Proceed to Mechanism” per seleccionar l’accionament mecànic desitjat.

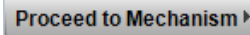


Fig. 3.48 Icona selecció del mecanisme.

Es selecciona la opció “Select” de cinta transportadora “Belt Drive” tal i com es pot veure a la figura 3.49.



Fig. 3.49 Accionaments mecànics disponibles.

S’entrarà a les propietats del mecanisme on s’hi podrà veure, per exemple, a “Mechanism Data”, les propietats de l’accionament com la velocitat o l’acceleració màxima. Cal fixar-se però en el quadre de color blau, on s’entraran les dades de la cinta, és a dir, el diàmetre d_1 i d_2 dels rodets, com també el càlcul de seva inèrcia que repercuteix a l’eix del motor tal i com es veu a la figura 3.50.

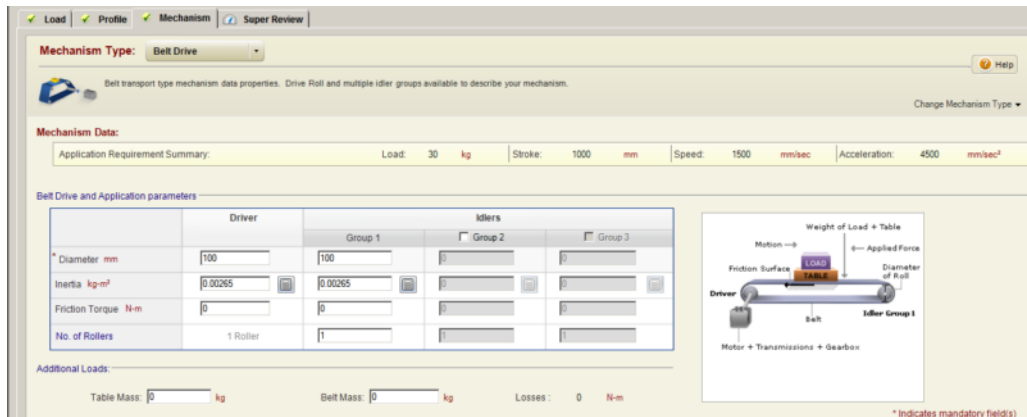



Fig. 3.50 Introducció de diàmetres i inèrcia als rodets.

Tal i com es veu a la figura 3.50 el diàmetre d_1 del rodet mestre farà 100 mm, mentre que el rodet guia “Group 1” també tindrà un diàmetre d_2 de 100 mm.

Per realitzar el càlcul de les inèrcies dels rodets cal clicar a la calculadora  tal i com es veu a la figura 3.50.

Apareix la següent finestra tal i com es veu a la figura 3.51.

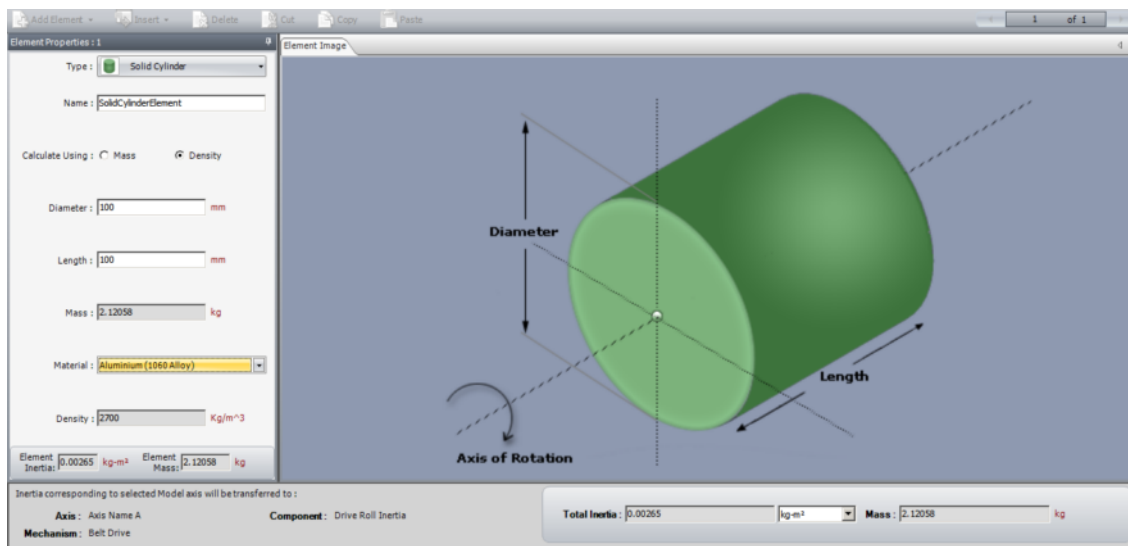


Fig. 3.51 Càlcul de les inèrcies

Es poden veure varies opcions. Es selecciona que el rodet compti amb una longitud “Lenght” de 100 mm. A l’apartat de material “Material” es selecciona que el rodet sigui d’alumini ja que això significa menys pes i per tant no tanta inèrcia al motor. Es clica OK. Un cop s’hagi configurat la inèrcia del rodet mestre, es repeteix el mateix procés per al rodet guia ”Group 1”. Al fina quedarà la taula amb les següents especificacions tal i com es veu a la figura 3.52.

Belt Drive and Application parameters

| | Driver | Idlers | | |
|---------------------------|----------|---------|----------------------------------|----------------------------------|
| | | Group 1 | <input type="checkbox"/> Group 2 | <input type="checkbox"/> Group 3 |
| * Diameter mm | 100 | 100 | 0 | 0 |
| Inertia kg-m ² | 0.00265 | 0.00265 | 0 | 0 |
| Friction Torque N-m | 0 | 0 | 0 | 0 |
| No. of Rollers | 1 Roller | 1 | 1 | 1 |

Additional Loads:

Table Mass: 0.125 kg Belt Mass: 0.250 kg Losses: 0 N-m

Fig. 3.52 Mides components cinta transportadora.

Per obtenir el sistema amb unes característiques reals a l’apartat d’”Additional Load”, és a dir, càrregues addicionals, s’aplica que la taula que suportarà la càrrega pesa 125 grams mentre que la cinta en pesarà 250 grams.

Un cop s’hagin introduït els paràmetres es clica “Proceed to transmisssion”, és a dir, s’escull la necessitat o no d’una reductora.

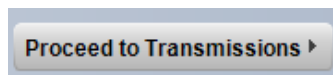


Fig. 3.53 Icona selecció transmissió.

Apareix la següent finestra, tal i com es veu a la figura 3.54.

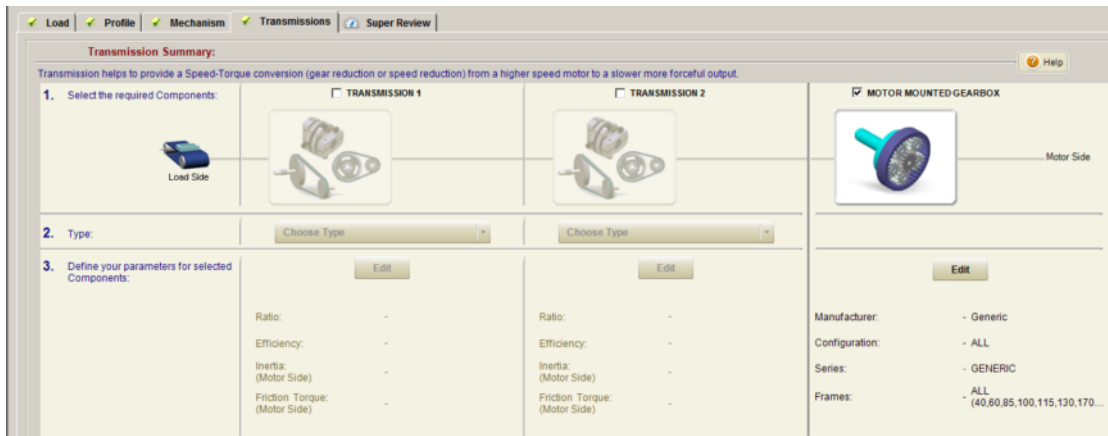


Fig. 3.54 Transmissions disponibles.

Es selecciona la opció de “Motor Mounted GearBox”, es a dir, aplicació d’una reductora. Per defecte, es deixa que el programa agafi totes les combinacions de reductores possibles; $i= 5,10,20,30$, etc.

Es clica ara a la selecció del motor.

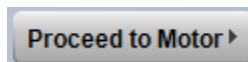


Fig. 3.55 Icona selecció de motor.

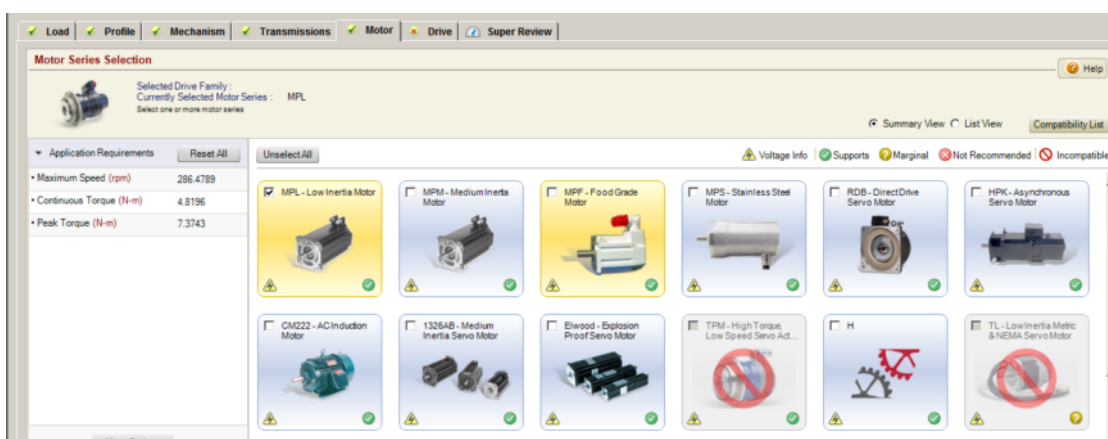


Fig. 3.56 Motors disponibles

Tal i com es veu a la figura 3.56, es fa una selecció al motor tipus MLP- low inertia ja que són els mes petits i els servomotors més emprats pel tipus de d'aplicació desitjada.

Es clica ara a la selecció del servodrive.

Proceed to Drive ▶

Fig. 3.57 Icona selecció de servodrives.

Es selecciona l'alimentació del servodrive a la pestanya "Supply Type" tal i com es veu a la figura 3.58. Seguidament es selecciona el mòdul ULTRA 3000, que és el que s'utilitzarà a la pràctica que més tard s'explicarà.

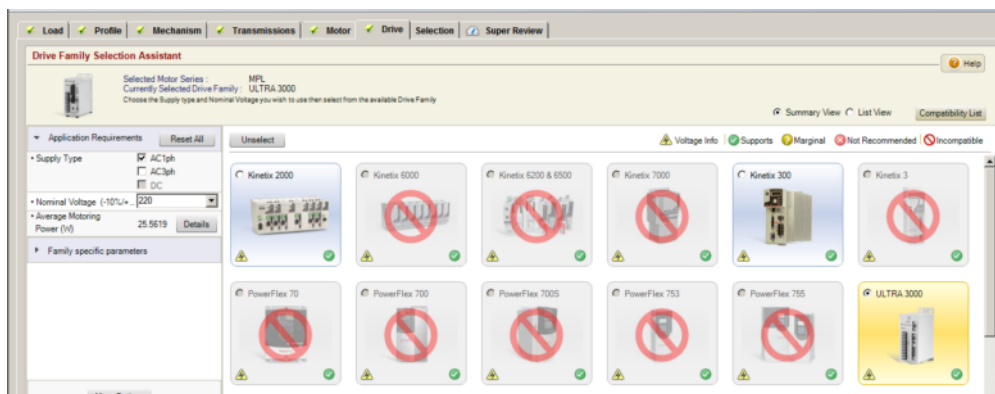


Fig. 3.58 Selecció del servodrive ULTRA 3000.

Es segueix ara clicant a selecció.

Proceed to Selection ▶

Fig. 3.59 Icona selecció.

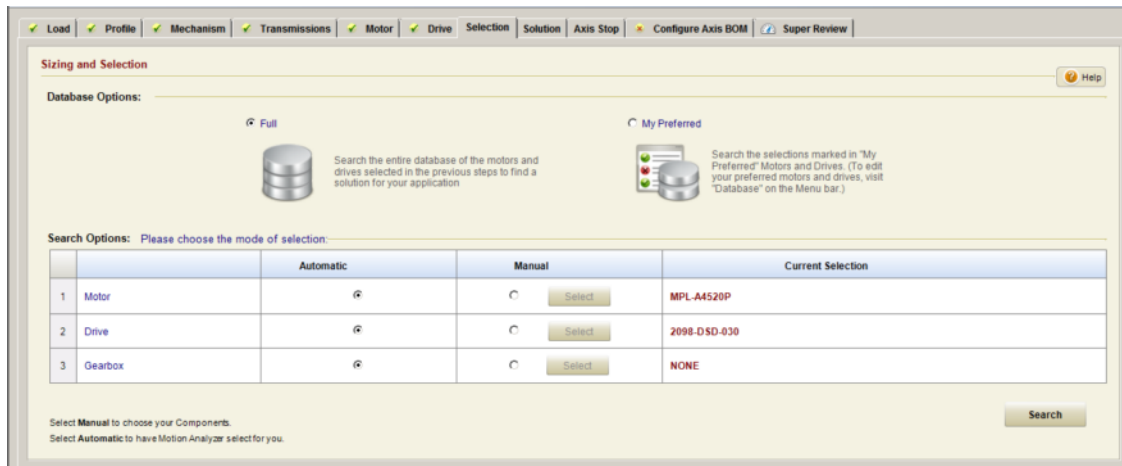


Fig. 3.60 Opcions de selecció.

En aquest apartat el programa pregunta si s'utilitzarà tota la base de dades per buscar la millor combinació, o si es vol buscar amb una configuració personal. Així doncs, es deixa per defecte la opció "Full", és a dir, que busqui per la base de dades del programa.

Per últim es clica a "Search" buscar, per obtenir totes les respostes possibles.

| Sol State | Motor | Drive | Gearbox | General Rating | Avg Power | Gear Ratio | Winding Temp | Cost Factor | Pt |
|-----------|------------|--------------|------------|---|-----------|------------|--------------|-------------|---|
| 1 | MPL-A1530U | 2098-DSD-005 | GPL060-007 | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> | 68% | 7 | 59% | 43% | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> |
| 1 | MPL-A1530U | 2098-DSD-005 | GPL060-010 | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> | 60% | 10 | 30% | 43% | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> |
| 1 | MPL-A210V | 2098-DSD-005 | GPL060-010 | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> | 76% | 10 | 63% | 43% | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> |
| 2 | MPL-A210V | 2098-DSD-010 | GPL060-020 | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> | 66% | 20 | 21% | 47% | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> |
| 1 | MPL-A220T | 2098-DSD-010 | GPL060-004 | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> | 75% | 4 | 54% | 49% | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> |
| 1 | MPL-A220T | 2098-DSD-010 | GPL060-005 | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> | 64% | 5 | 33% | 49% | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> |
| 2 | MPL-A220T | 2098-DSD-005 | GPL060-005 | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> | 64% | 5 | 33% | 45% | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> |
| 1 | MPL-A220T | 2098-DSD-005 | GPL060-007 | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> | 57% | 7 | 18% | 45% | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> |
| 1 | MPL-A220T | 2098-DSD-005 | GPL060-010 | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> | 57% | 10 | 12% | 45% | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> |
| 1 | MPL-A230P | 2098-DSD-010 | GPL060-003 | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> | 70% | 3 | 54% | 50% | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> |
| 1 | MPL-A230P | 2098-DSD-010 | GPL060-004 | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> | 59% | 4 | 30% | 50% | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> |
| 1 | MPL-A230P | 2098-DSD-010 | GPL060-005 | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> | 55% | 5 | 20% | 50% | <div style="width: 100%; background-color: green;"></div> |

Fig. 3.61 Resultats de la selecció.

Tal i com es veu a la figura 3.61 els resultats possibles són exposats. Cal remarcar que l'objectiu del problema és buscar el motor més petit i, per tant, es selecciona el motor MPL-A153U. La família de motors augmenten de grandària, de potència i de parell a mida que el nombre de MPL-AXXX augmenta. Seguidament es clica a veure la solució "View Solution".



Fig. 3.62 Resultats selecció 1.

Tal i com es veu a la figura 3.62 es presenten en % els valors amb els quals el motor, el servodrive i la reductora treballaran. Es pot dir que aquesta solució és bona ja que el punt de parell nominal és situat dins l'àrea de la recta del parell nominal (color verd a la gràfica), és a dir, el motor entregarà un parell de 0.8 NM constants a 1200 revolucions per minut. La gràfica també mostra el parell màxim (línia de color vermell) que pot suportar en determinats moments el motor amb la configuració del servodrive i la reductora corresponent.

Es prova ara de canviar la reductora amb el mateix motor i el mateix servodrive. Ara, per exemple, si es tenia una reductora de $i=7$, s'augmenta la relació amb $i=10$. Amb aquesta nova configuració es pretén demostrar que el parell motor "Peak Troque" serà reduït, és a dir, ara el motor haurà de "treballar" menys ja que la reductora ofereix una sortida amb més parell. En canvi, la velocitat del motor "Peak Speed" serà més alta, és a dir, per entregar a la sortida de la reductora les revolucions per minut desitjades, farà falta que a l'entrada el motor giri més. Els resultats són els següents tal i com s'observa a la figura 3.63.

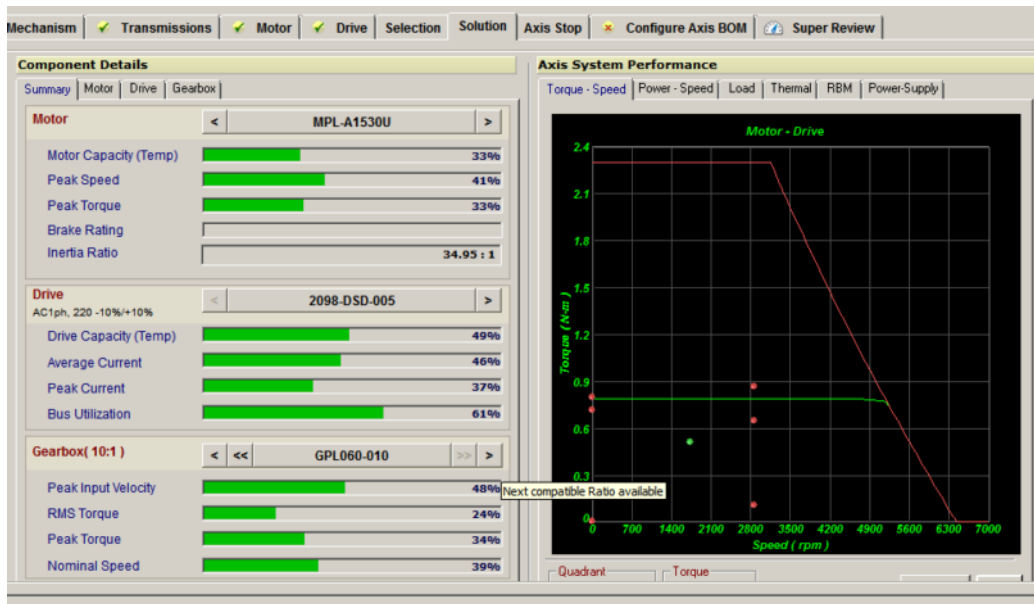


Fig. 3.63 Resultats selecció 1 amb reductora augmentada.

Es pot veure que la definició d'una reductora és complexa, és a dir, ampliant la relació "i" s'aconsegueix que el parell del motor "Peak Torque" es redueixi d'un 45% a un 33% però que la velocitat "Peak Speed" augmenti d'un 29% a un 41%.

Es prova ara amb una reductora amb una relació molt més petita, és a dir, amb una "i" de 3. Els resultats són els següents, tal i com s'observa a la figura 3.64.

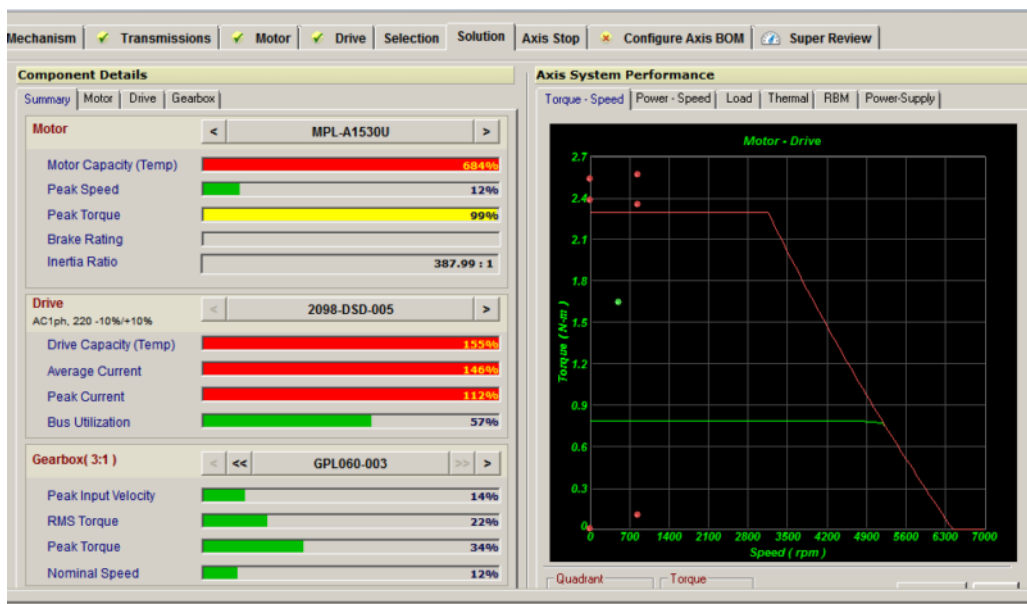


Fig. 3.64 Resultats selecció 1 amb reductora disminuïda.

En aquest cas l'efecte és invers. Les inèrcies es perden fent que el motor hagi d'oferir un parell motor "Peak Torque" molt alt aconseguint un escalfament molt elevat. El servodrive no pot donar l'alimentació o el subministrament al motor necessari per produir el moviment de l'eix amb la reductora seleccionada.

Ara però, i amb les dades inicials del problema, l'aplicació es realitzarà amb un vis sense fi. Cal fixar-se que en cada apartat, un menú s'ha anat visualitzant tal i com es veu a la figura 3.65.

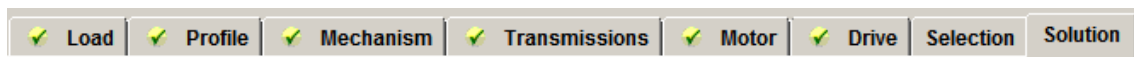


Fig. 3.65 Menú de seleccionament.

Si el que es vol, com és el cas, és canviar el tipus d'accionament mecànic de l'aplicació però mantenint el mateix motor, servodrive, reductora i les dades del problema, només cal fer un clic a "Mechanism".

Ara dins la finestra de "Mechanism" es selecciona a l'apartat "Mechanis Type" el "Lead Screw", el vis sense fi tal i com es veu a la figura 3.66.

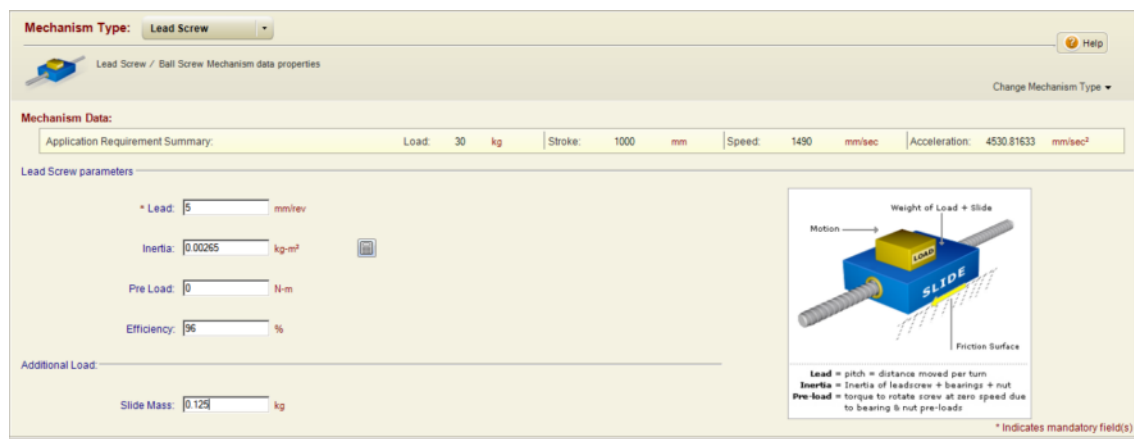


Fig. 3.66 Selecció d'un vis sense fi.

S'omplen els quadres necessaris ja comentats anteriorment. En aquest cas però, s'haurà de definir el pas de rosca, és a dir, que a cada revolució del motor el vis sense fi avanci 0,5 cm. S'imposa també una eficiència del 96% i que el suport de la càrrega pesi 125 grams.

Un cop ja es té el mecanisme seleccionat, cal dirigir-se directament a la pestanya “Selection” perquè el programa busqui totes les opcions possibles ara amb el nou accionament mecànic. Apareix però el següent missatge tal i com es veu a la figura 3.67.

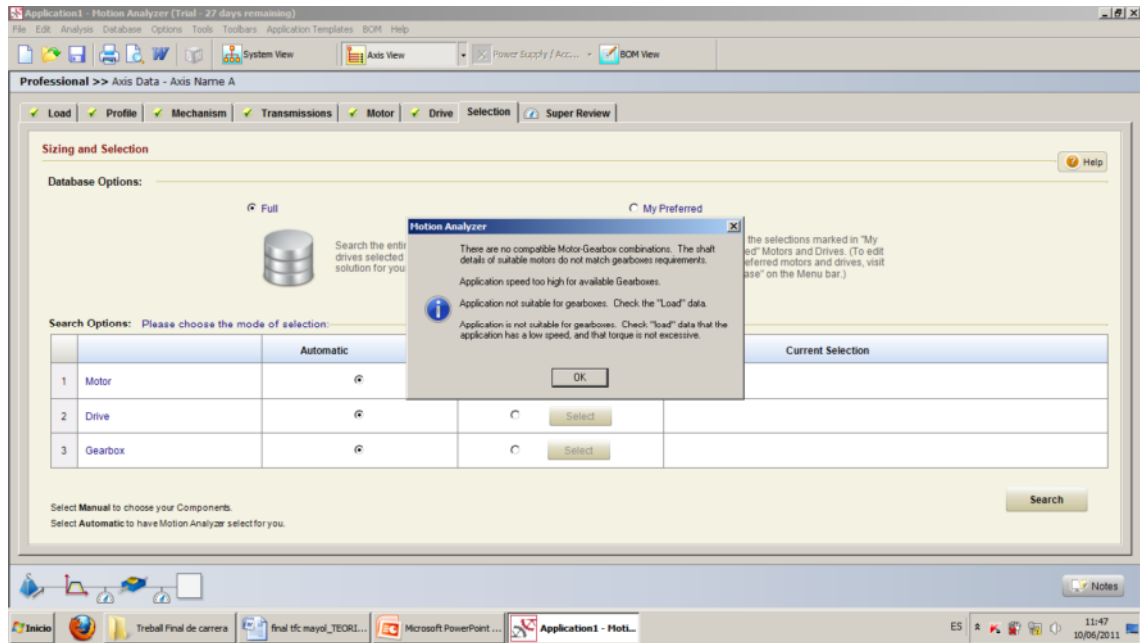


Fig. 3.67 Missatge error seleccionament.

S’ha vist doncs que resulta impossible que el programa busqui una solució amb el temps especificat i amb aplicació d’una reductora. Es prova ara de modificar el temps traient la reductora.

Per treure la reductora cal anar a la pestanya de “Transmissions” tal i com s’ha vist a la figura 3.65 i es desselecciona la opció “Motor Mounted Gearbox”.

Ara, per canviar el temps d’1 segon, cal anar a la pestanya “Profile”, clicar a “Edit profile” i posar 5 segons a l’espai “Move Time”. Per últim, es selecciona la pestanya “Seleccion” i es clica a “Search”, perquè el programa executi les possibles solucions trobades. Tal i com es pot veure a la figura 3.68, s’ha trobat un motor petit amb el mateix servodrive amb un resultats força correctes.

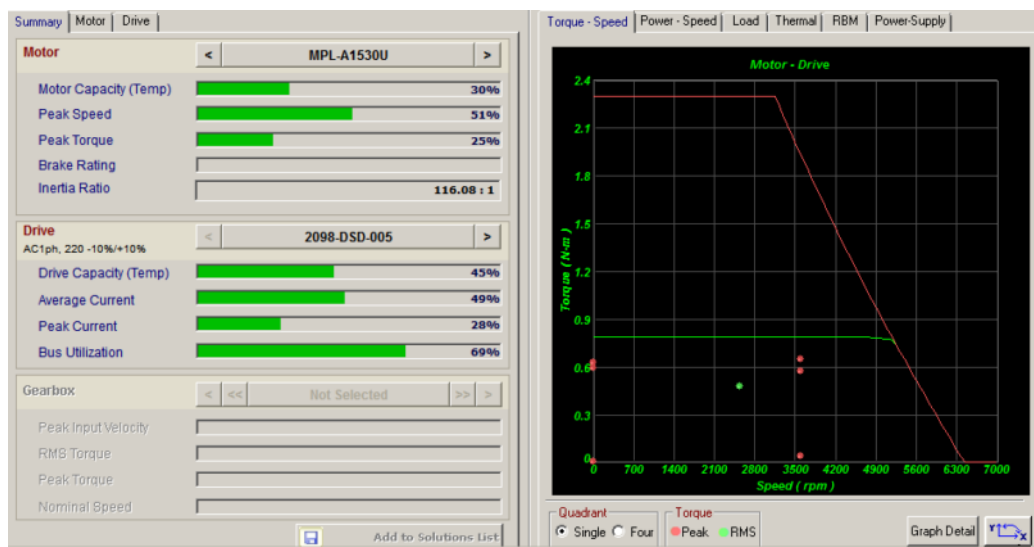


Fig. 3.68 Resultats amb perfil canviat a 5s.

Es prova de canviar ara el temps a 3 segons. Es clica a la pestanya de “Profile” i a “Edit Profile”, es posa el temps. Tot seguit, es torna a fer una selecció perquè el programa comprovi els resultats. Tal i com es veu a la figura 3.69, el vis sense fi no pot moure la càrrega de 30 Kg en 3 segons fent treballar el motor a una velocitat molt elevada, i tampoc pot utilitzar el servodrive.

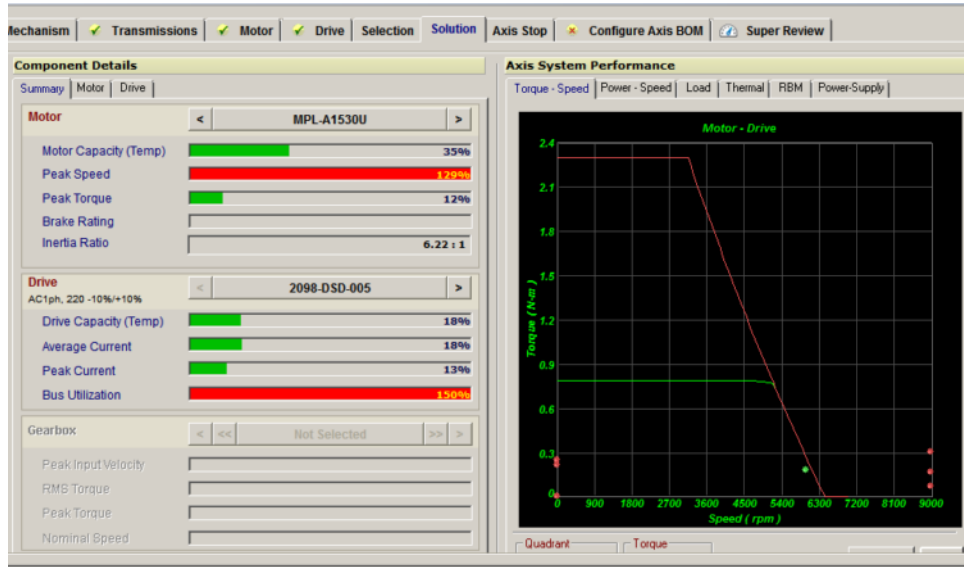


Fig. 3.69 Resultats amb perfil canviat a 3s.

Es prova però de canviar el perfil, és a dir, es posarà amb “Index Type” a trapezoïdal i s’intentarà donar més acceleració i menys velocitat tal i com es veu a la figura 3.70.

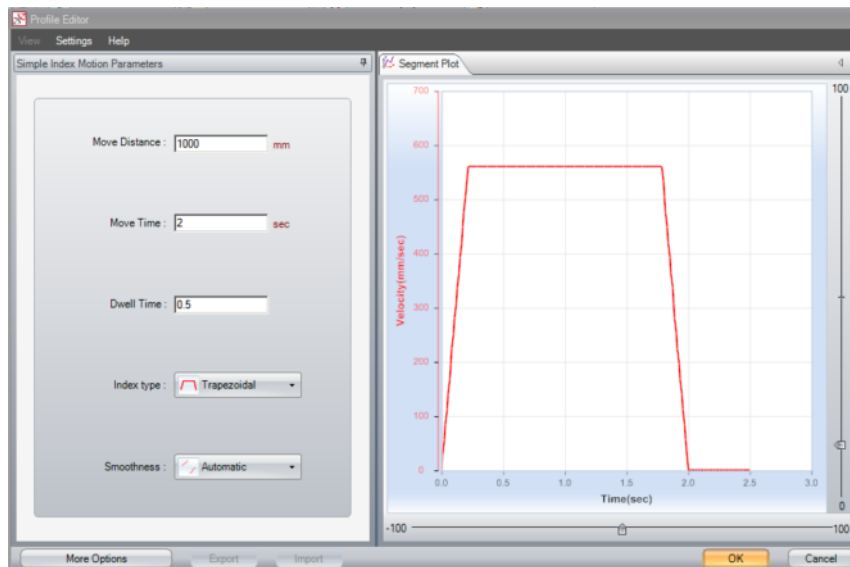


Fig. 3.70 Canvi de perfil

Al haver canviat el perfil de moviment s'ha trobat una solució. De tota manera, els resultats tant en la correcció de velocitat del motor com en la utilització del bus servodrive són millorables, tal i com es veu a la figura 3.71.

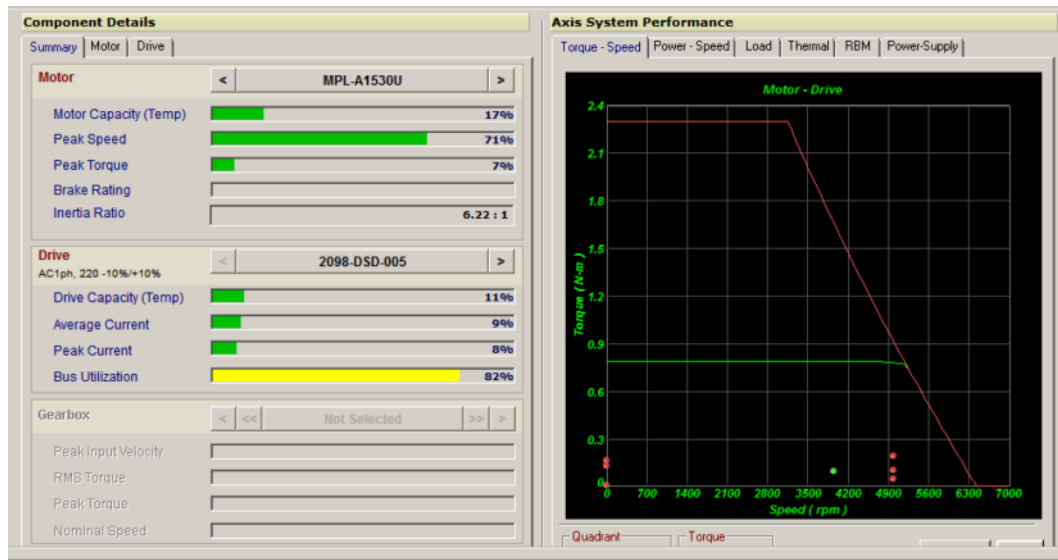


Fig. 3.71 Resultats amb perfil canviat.

4 Revisió de la pràctica d'un motor rotatiu.

A l'hora de fer la pràctica s'han analitzat les dificultats que s'han anat trobant quan s'havia de realitzar un moviment del motor. Bàsicament també ha faltat una explicació de conceptes teòrics quan s'havia d'entrar una variable d'un tipus determinat per realitzar una acció determinada.

Tot i així, la programació per realitzar uns moviments és intuïtiva. El fet de parar un eix, la manera de moure'l manualment i deshabilitar-lo són les accions bàsiques que queden prou ben definides.

Com accedir i identificar el hardware de l'autòmat és el punt de partida més essencial que ha faltat, és a dir, una explicació de com obtenir una via d'accés a través de Ethernet a l'autòmat per reconèixer amb què s'està treballant. Així doncs, durant la realització de la pràctica s'havia escollit una ruta d'accés al hardware no gaire entenedora, no posant èmfasi al programa dedicat exclusivament al reconeixement de les parts d'un automatisme com és l'RSLink.

Un cop creat l'eix dins el programa RSLogix 5000, a l'hora d'implementar unes entrades del programa al controlador per poder així realitzar un moviment de l'eix del servomotor, resultava difícil entendre d'una banda què significava el terme "tag", i de l'altra, com associar aquest paràmetre a una interruptor de la maqueta on es troba instal·lat el controlador CompactLogix. Conseqüentment, tampoc s'aconsegueix entendre la diferència entre una instrucció de moviment i un "tag".











Pel que fa al diagnòstic d'errors, els que anaven sorgint durant les operacions de moviment del servomotor realitzades durant la pràctica, no eren clarament diferenciats. Això s'explica a partir del fet que existeixen bàsicament dos tipus: els del propi motor (hardware) i els de programació (software).

Respecte a la visualització per pantalla del control d'un servomotor, s'explica amb prou claredat com crear les pantalles d'inici del programa, de control i d'estat del hardware. Però per altra banda, no era una aplicació prou real, ja que un control de qualsevol eix ha d'incloure mínimament un registre d'alarmes i una visualització de la posició, la velocitat i

l'acceleració del servomotor a través de gràfiques. També s'ha vist que els interruptors per realitzar el control per pantalla no eren els correctes en referència a la programació feta del programa RSLogix 5000.

5 Pràctica de control i diagnòstic d'un actuator lineal.

En aquesta pràctica es veuran quins són els paràmetres més bàsics així com també les instruccions necessàries per a realitzar un control sobre un eix lineal. S'especificarà quins són els tags utilitzats, així com també les ordres de moviment necessàries per moure l'eix del servomotor de l'actuator lineal. El hardware es dividirà en el següents elements tal i com es pot veure a la taula 5.1.

| | | | | | | |
|--|---|---|---|--|---|---|
| <i>Controlador Programable: Parts principals del controlador CompactLogix.</i> | | | | | | |
|  |  |  |  |  |  |  |
| <i>CPU</i> | <i>Entrades</i> | <i>Sortides</i> | <i>Ethernet</i> | <i>SERCOS</i> | <i>Alimentació</i> | <i>Tapa final</i> |
| <i>Servodrive amb SERCOS: el servodrive.</i> | | | | | | |
|  | | | | | | |
| <i>Actuator lineal: Accionament mecànic</i> | | | | | | |
|  | | | | | | |
| <i>Panell de visualització i control: pantalla tàctil per al diagnòstic i control de l'aplicació</i> | | | | | | |
|  | | | | | | |

Taula 5.1 Components bàsics per la realització del control i diagnòstic.

El software per la programació del moviment serà el RSLogix 5000 versió 18 i el programa per veure el connexionat del sistema serà RSLinx versió 2.54.

Per programar la interfície de control i visualització de l'eix s'utilitzarà el Factory Talk View Machine Edition versió 5.10

Connexionat del sistema



5.1 Introducció.

Primer de tot, cal que s'observi si la targeta Ethernet ja té una IP assignada. Es pot veure al petit display de leds de la pròpia targeta. Si es dona el cas, es començarà la pràctica directament al punt 5.2.- *Creació d'un nou projecte*. En cas contrari, es seguirà llegint.

Assignar una IP a un hardware nou

És important que la targeta Ethernet sigui identificada assignant una IP estàtica per tal que, un cop s'aconsegueixi, es pugui veure el hardware del sistema amb el qual es treballarà (processador, I/O, SERCOS).

Primer però, cal assignar una IP estàtica al nostre ordinador i assignar-hi un rang. Per fer-ho, s'accedeix a les propietats de la targeta Ethernet de l'ordinador tal i com s'observa a la figura 5.1.

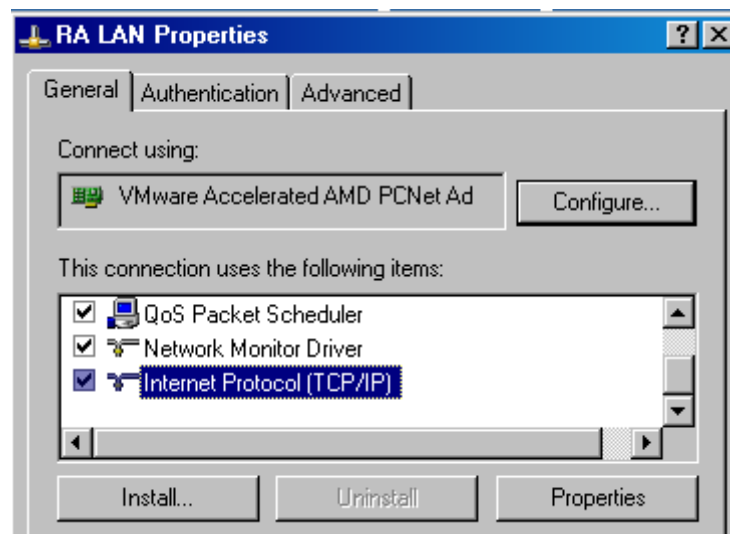


Fig. 5.1 Propietats targeta ethernet.

S'assigna una IP i un rang, tal i com es pot veure a la figura 5.2. S'ha de tenir en compte els rangs que s'observa a la taula 5.2.

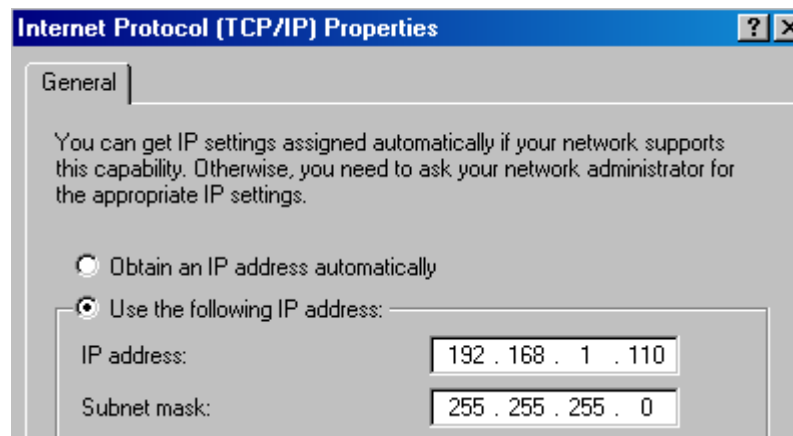


Fig. 5.2 Assignació de direcció IP.

| <u>Rang Ip (Ip address)</u> | <u>Màscara xarxa (Subnet mask)</u> |
|------------------------------------|---|
| 0.0.0.0- 127.255.255.255 | 255.0.0.0 |
| 128.0.0.0 - 191.255.255.255 | 255.255.0.0 |
| 192.0.0.0 - 223.255.255.255 | 255.255.255.0 |

Taula 5.2 Rang de direccions IP.

Ara per identificar la targeta Ethernet de l'autòmat que identificarà el hardware del sistema, s'ha d'obrir el programa BOOTP TP, un software que permet identificar una targeta Ethernet quan no té cap IP assignada a través de la seva adreça MAC.

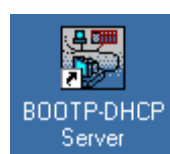


Fig. 5.3 Icona programa BOOTP-DHCP Server

S'obre el programa BOOTP TP i s'observa que apareix l'adreça MAC del nou hardware tal i com es veu a la figura 5.4.

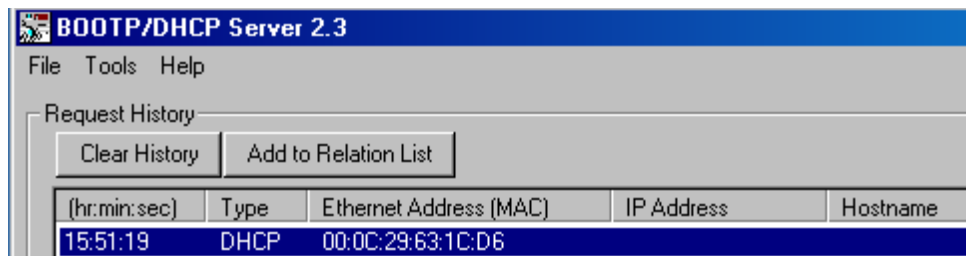


Fig. 5.4 Detecció adreça MAC.

Es fan dos clics a l'adreça MAC per accedir a la seves propietats i s'entra l'adreça IP : 192.168.1.108 i s'accepta OK.

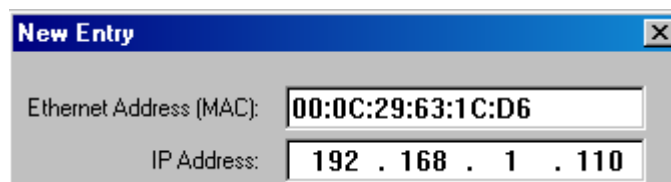



Fig. 5.5 Introducció adreça IP.

Ara ja s'ha obtingut la targeta Ethernet identificada i preparada per reconèixer tots els elements del sistema. Per poder-ho veure s'accedeix al programa RSLinx tal i com es veu a la figura 5.6.



Fig. 5.6 Icona programa RSLinx Classic.

Un cop el programa s'hagi obert, es clica a la pestanya "Configure Drivers" .

Dins de la finestra que s'acabarà d'obrir, es clica a afegir nou "Add New" i es selecciona l'opció "Ethernet Devices" tal i com es veu a la figura 5.7.

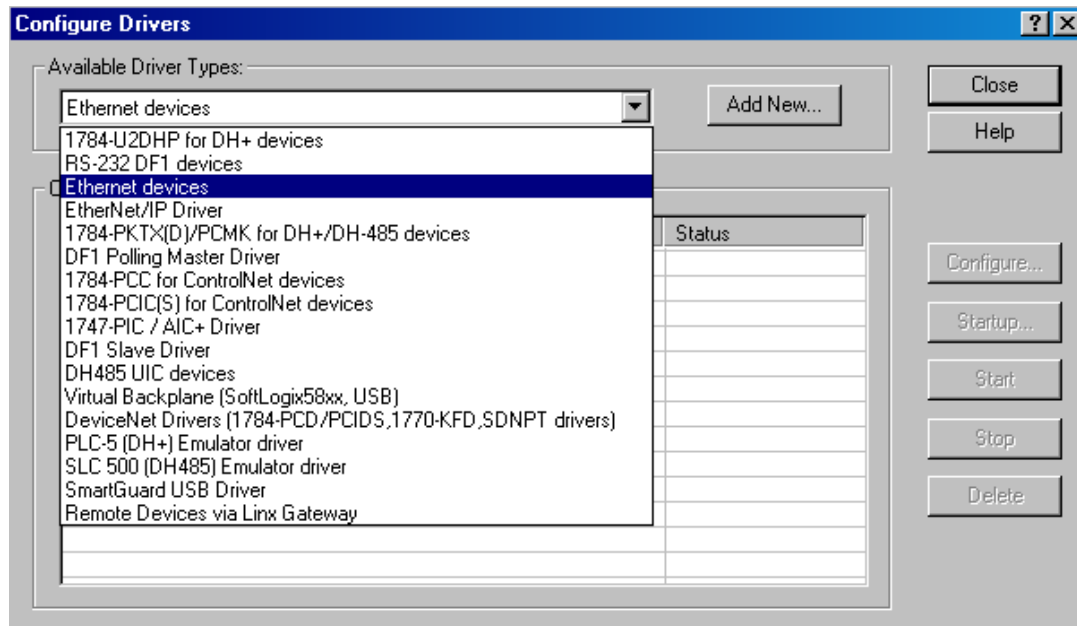


Fig. 5.7 Finestra configuració drivers.

Apareix una finestra per donar nom a la nova connexió i es clica OK tal i com es veu a la figura 5.8.

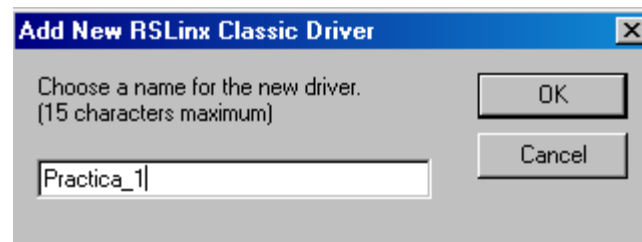


Fig. 5.8 Introducció de nom a la nova connexió de RSLinx.

Tot seguit s'introdueix la IP ja identificada pel programa BOOT TP (192.168.1.108) dins la casella i es clica "Apply" tal i com es veu a la figura 5.9.

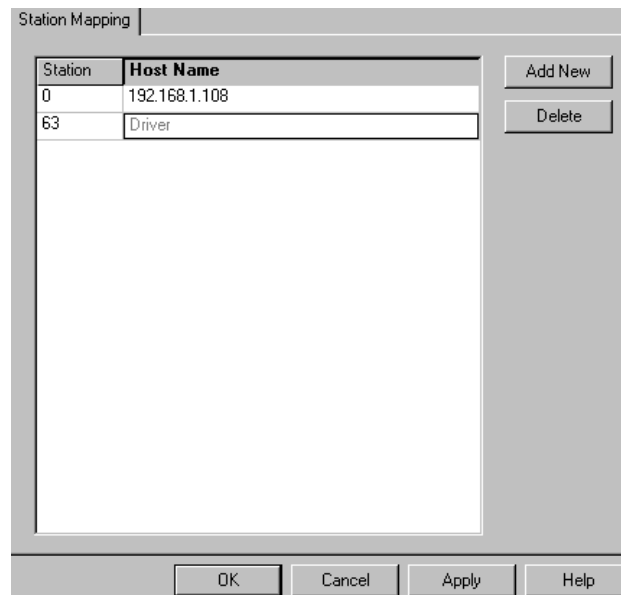



Fig. 5.9 Aplicació de la nova IP del hardware

Finalment es fa un clic a la icona "RSWo"  i es clica al "+" de Practica_1, i s'observa tot el connexionat tal i com es veu a la figura 5.10.

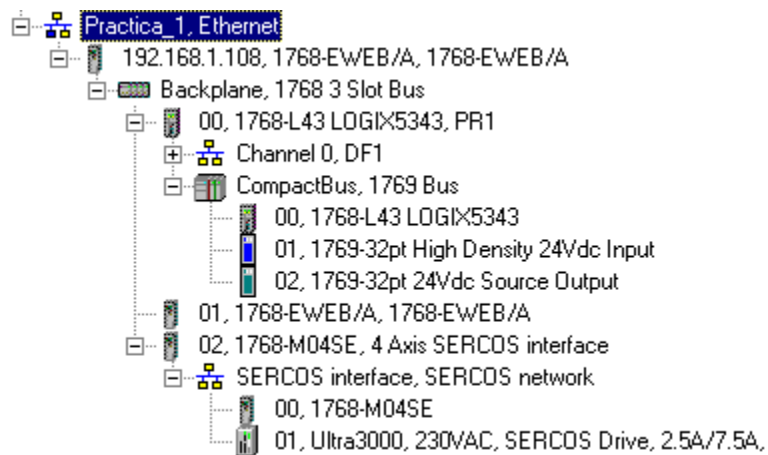


Fig. 5.10 Visualització del connexionat del hardware

Canviar la IP del hardware ja establerta

Per canviar la IP de la targeta s'accedeix al programa RSLinx i es fa clic dret a la targeta Ethernet trobada per accedir a les seves propietats. Dins d'ella es canvia la IP estàtica com també el seu rang. S'ha de tenir en compte que la IP de la targeta de l'autòmat estarà canviada, però cal canviar també la IP estàtica del ordinador per veure la targeta Ethernet de l'autòmat.

5.2 Creació d'un projecte.

Per començar la programació de la pràctica, s'obre el programa RSLogix 5000 i es clica "File → New". Tot seguit apareix la primera finestra de configuració tal i com es pot veure a la figura 5.12.



Fig. 5.11 Icona programa RSLogix 5000.

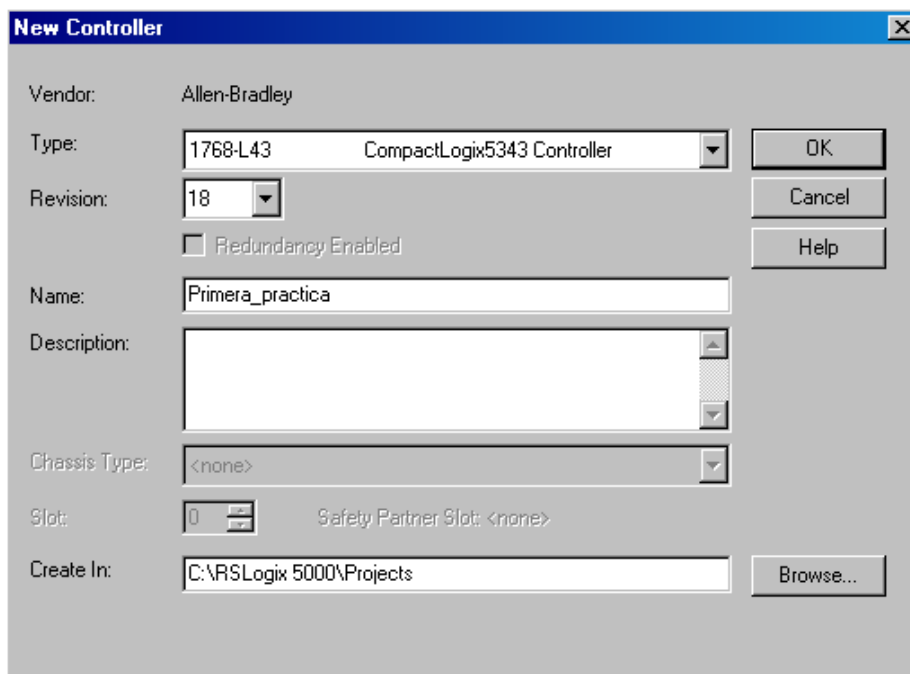


Fig. 5.12 Finestra nova configuració.

ATENCIÓ

- Posició de la targeta dins el “Rack” o bastidor → 0
- La versió de firmware de la targeta i del software RSLogix 5000 a de ser la mateixa, és a dir, no es pot crear cap programa si la targeta, per exemple, té la versió de firmware 17 i que des de l'estació de treball, l'ordenador, es té instal·lada la versió 18 del programa RSLogix 5000, és incompatible. Es pot veure la versió del controlador fent clic dret i accedint a les propietats “Device properties” des del programa RSLinx on es pot veure la versió actual de la CPU a “Revision”.

5.3 Configuració I/O.

Un cop es té identificat el processador del PLC s'implementen les entrades i sortides digitals. La CPU però es divideix en dos grups: 1768 BUS i 1769 BUS.

La CPU del controlador CompactLogix està dividida en aquestes dues parts per diferenciar el hardware que gestionarà. El BUS 1768 servirà per gestionar el hardware de moviment i el BUS 1769 servirà per gestionar les entrades i sortides digitals.

El primer que es configurarà serà el BUS 1768. Fent un clic dret i clicant a nou mòdul “New module” s'entrarà la targeta de SERCOS, la responsable d'identificar el servodrive del sistema. S'accedeix a la pestanya “Motion” i es selecciona la targeta tal i com es veu a la figura 5.13.

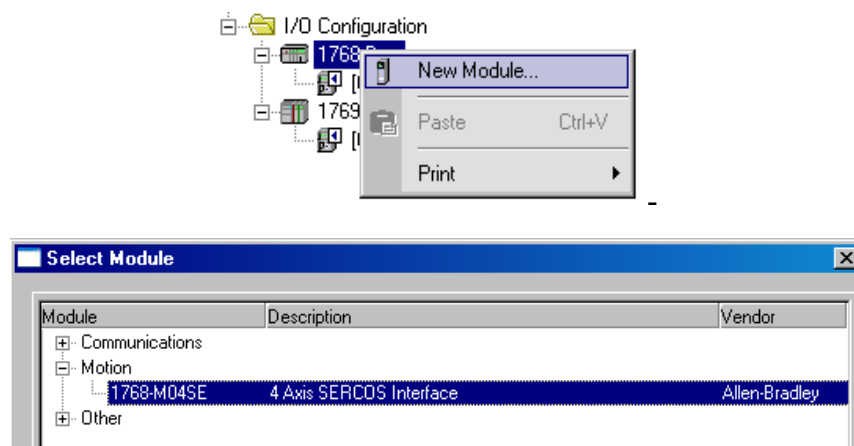


Fig. 5.13 Entrar la targeta SERCOS

Seguidament apareixen les propietats de la targeta tal i com es pot veure a la figura 5.14.

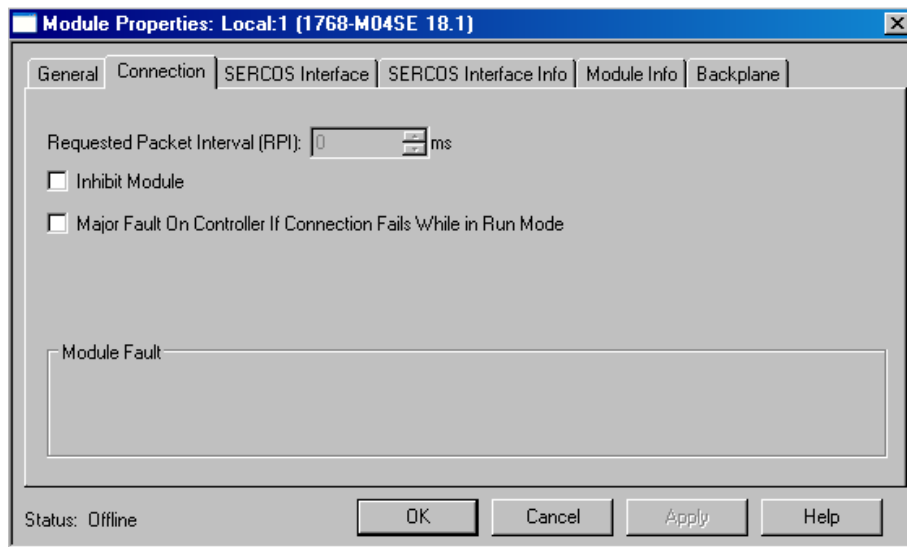


Fig. 5.14 Propietats targeta SERCOS.

Major Fault on Controller If connection Fails While in Run Mode: fallada major al controlador si es perd la connexió mentre tenim el controlador operant; es desselecciona ja que per defecte bé posada.

Es dona un cop d'ull a la propietat "SERCOS Interface" i s'observen les característiques de velocitat de transferència de la fibra òptica que uneix la targeta SERCOS amb el servodrive tal i com es veu a la figura 5.15.

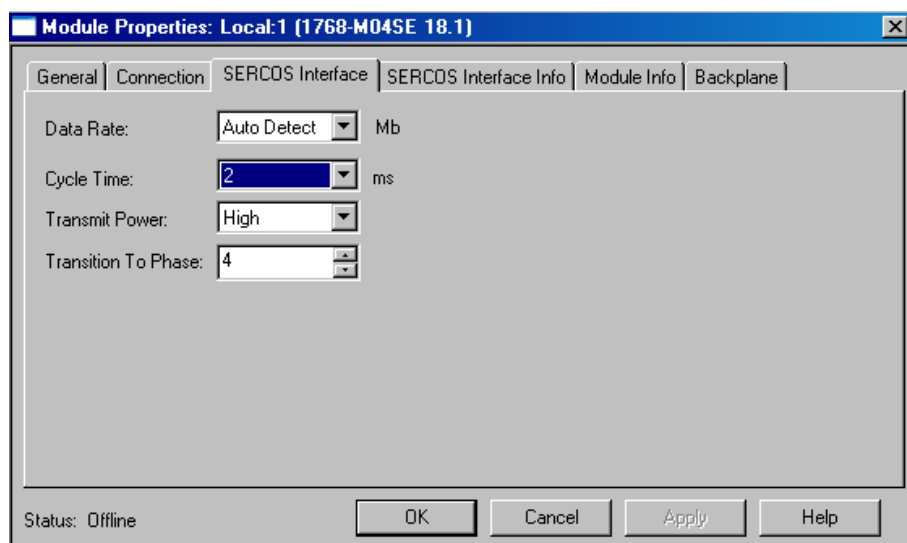


Fig. 5.15 Característiques de transmissió de dades de la targeta SERCOS.

Data Rate: velocitat de dada, es selecciona que el servodrive reconegui automàticament la velocitat, “Autodetect”.

Cycle Time: temps de cicle, la velocitat entre transmissió de dades de la targeta SERCOS al servodrive.

Transmit Power: potència de transmissió, es selecciona la velocitat en què el servodrive tancarà el llaç.

Transition to Power: transició fins a potència, el servodrive no actuarà sobre el servomotor fins que no s'arribi a l'estat 4.

Es clica OK per acabar amb la configuració de la targeta SERCOS.

Seguidament es fa clic dret a SERCOS Network “Xarxa SERCOS” per configurar el servodrive tal i com es veu a la figura 5.16.

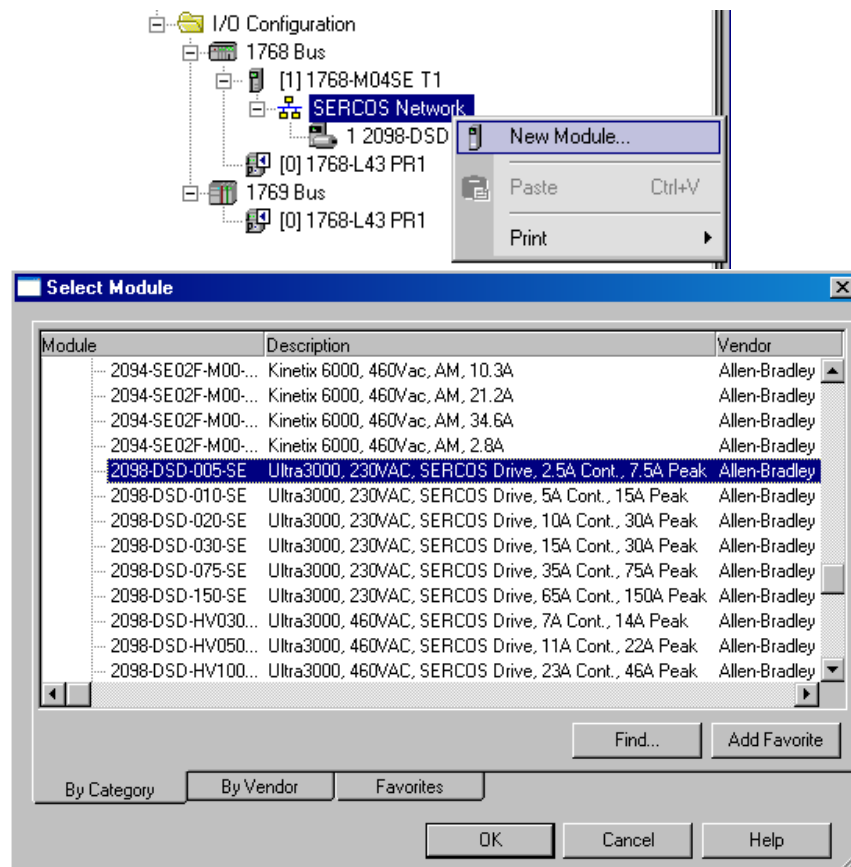


Fig. 5.16 Selecció del servodrive.

Es posa un nom, per exemple “Servo”, el nombre de node que ja vindrà per defecte al nombre 1 i la versió “Revision” que es consulta al programa RSLinx accedint a les propietats del servodrive per veure-ho, tal i com s’ha fet al principi de la pràctica alhora de configurar la “Revision” de la CPU.

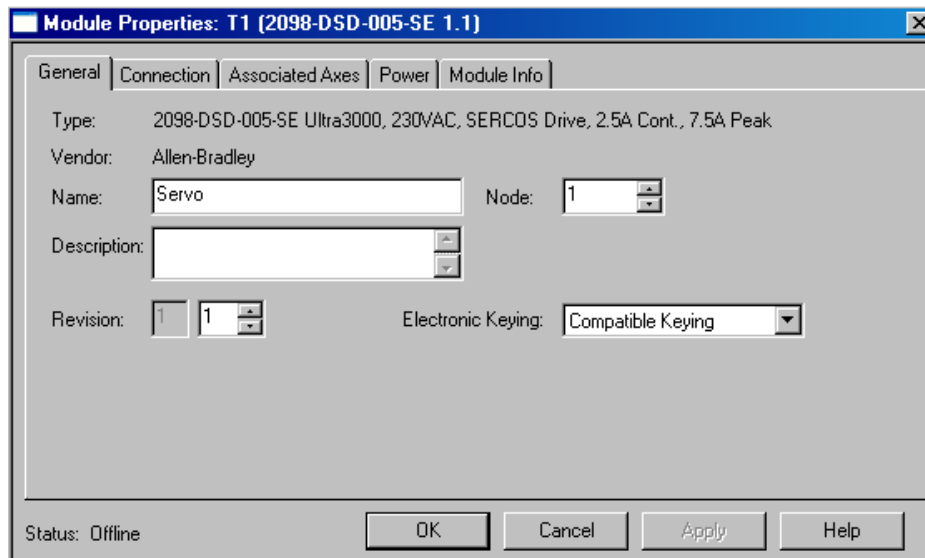


Fig. 5.17 Propietats del servodrive.

Un cop es té el BUS 1768 del controlador configurat, falta entrar el hardware al BUS 1769 aplicant unes entrades i sortides digitals per, posteriorment, assignar-hi els tags necessaris.

Un cop més, es fa clic dret al BUS 1769 a nou mòdul “ New module” on apareixerà una finestra amb opcions varies per aplicar unes entrades i sortides (I/O) al controlador, seleccionem les Digitals i en particular el mòdul 1769-IQ32 tal i com es veu a la figura 5.18, ja que és el que es té instal·lat al controlador programable CompactLogix

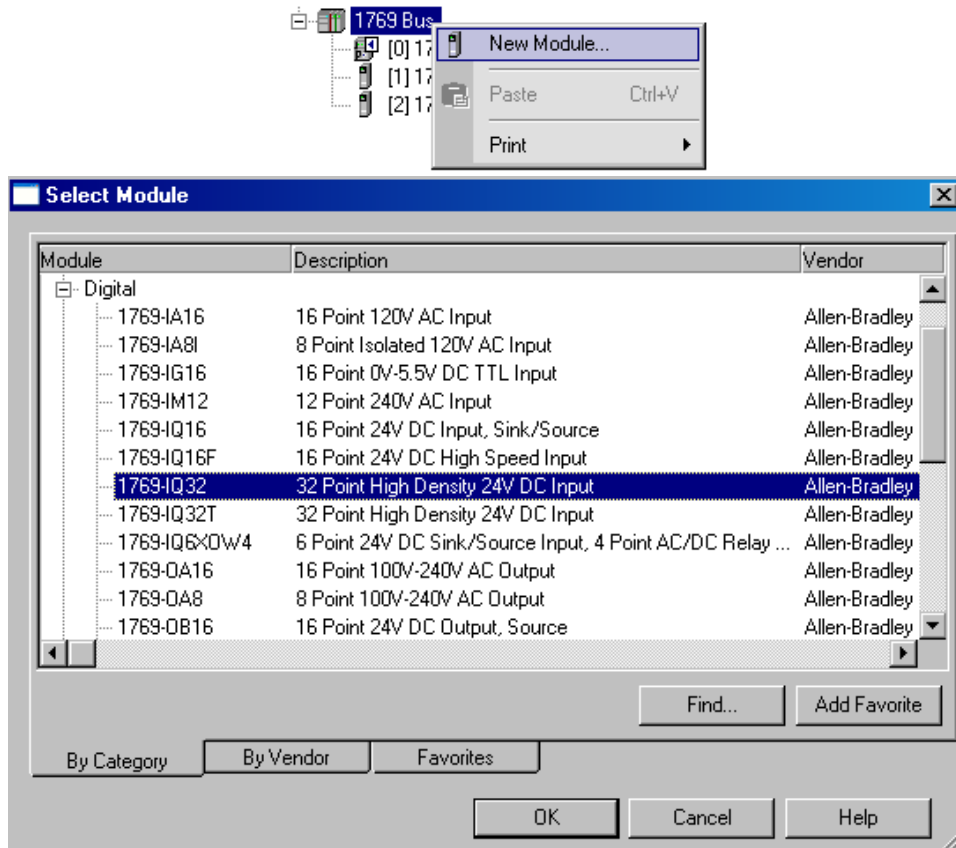


Fig. 5.18 Selecció del mòdul d'entrades digitals 1769-IQ32.

Per a les entrades digitals, es selecciona la targeta 1769-IQ32 ja que si s'observa a la maqueta del CompactLogix, la instal·lació compta amb una capacitat de fins a 32 entrades disponibles (0 a 31).

Tot seguit s'introdueix un nom per poder identificar la targeta d'Entrades digitals tal i com es veu a la figura 5.19.

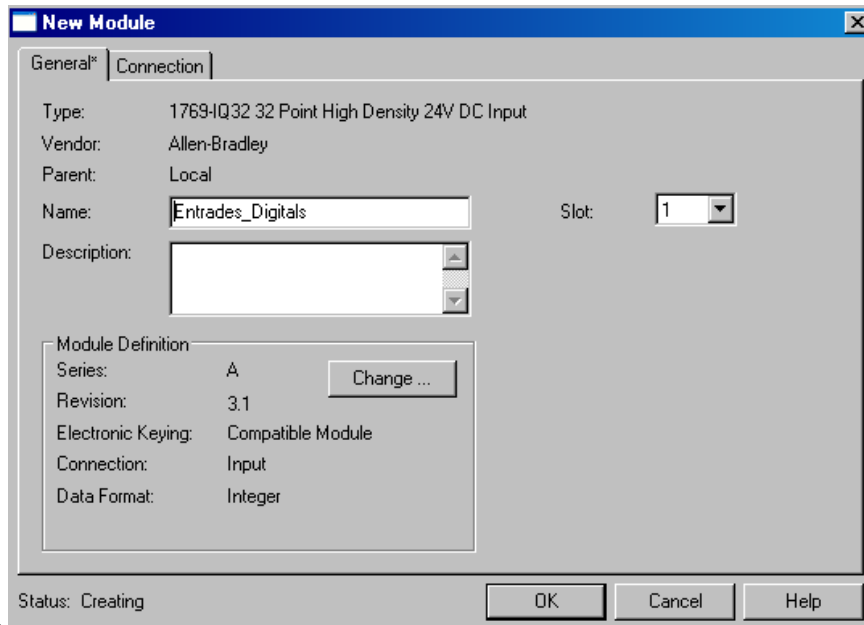


Fig. 5.19 Característiques targeta 1769-IQ32.

Per observar les propietats del mòdul es clica dins de "Module Definition" al botó Change i apareix la finestra de propietats tal i com es veu a la figura 5.20.

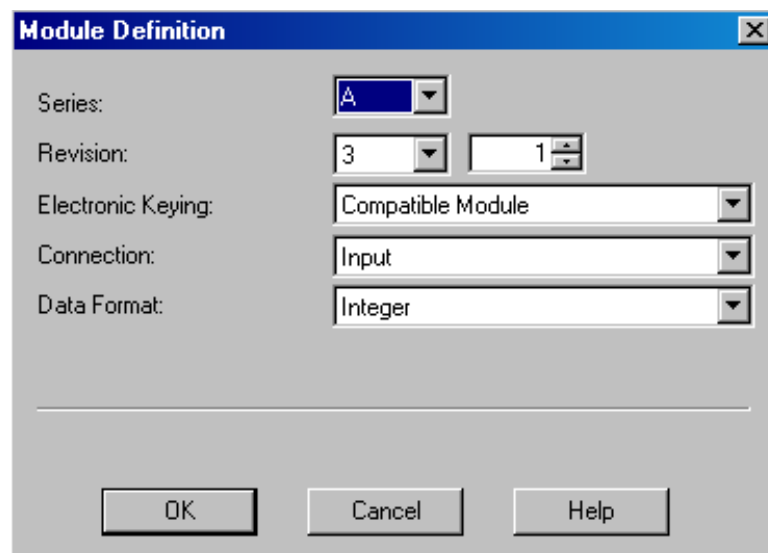


Fig. 5.20 Propietats targeta 1769-IQ32

Series: per defecte el mòdul sera de la sèrie A de fabricació.

Revision: la versió de firmware que té el mòdul.

Electronic Keying: dins aquest camp es selecciona “Compatible Module”, és a dir, la versió de firmware (3.1) i el nom de fàbrica de la targeta (1769-IQ32) que han de coincidir o la connexió no es podrà dur a terme.

Connection: Input, és a dir, la targeta serà d'entrades digitals.

Data Format: el format de les dades que s'entraran seran de tipus Integral.

Es fa un clic a OK i seguidament es configuren les sortides digitals.

Es torna a repetir el mateix procés per configurar ara les sortides digitals tal i com es veu a la figura 5.21.

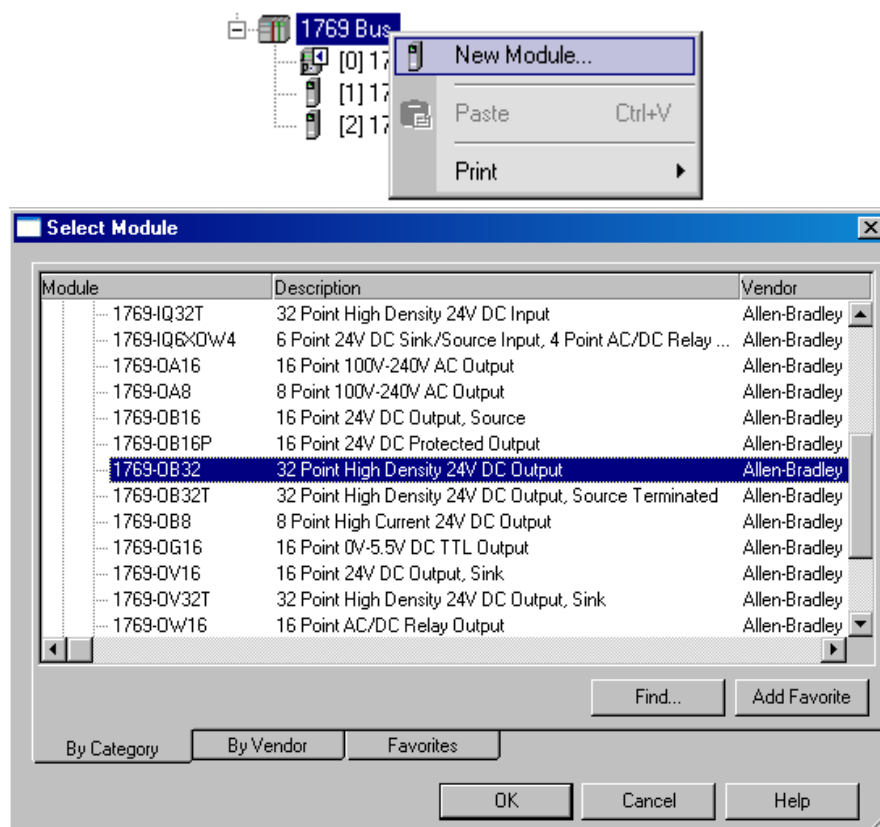


Fig. 5.21 Selecció del mòdul de sortides digitals 1769-OB32.

Es posa un nom i pot veure com, per defecte, el SLOT serà el següent després d'haver configurat les entrades digitals tal i com es veu a la figura 5.22.

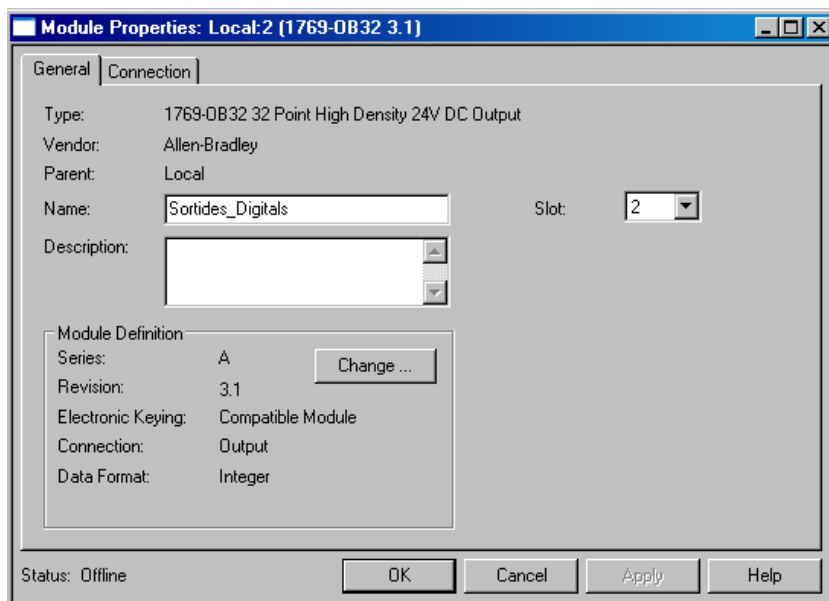


Fig. 5.22 Característiques targeta 1769-OB32

Així doncs, el connexionat d'entrades i sortides quedarà configurat de la següent manera tal i com es veu a la figura 5.23.

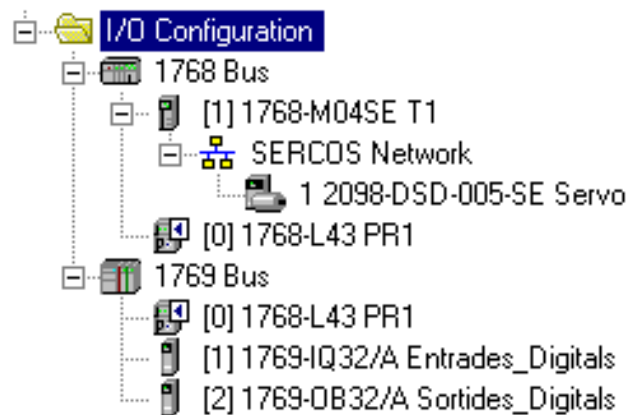


Fig. 5.23 Visualització de connexions entrades/sortides.

5.4 Configuració del nou eix.

Un cop arribat en aquest punt, és necessari crear un eix per moure l'actuador de la manera desitjada . Per fer això es necessita crear un “Motion Group”. Un “Motion Group” és una col·lecció d'eixos associats a un mateix grup. Qualsevol eix ha d'estar associat a un “Motion Group” per controlador. En aquest cas només es necessita crear un eix que haurà d'estar referenciat a un “Motion Group”.

Primer de tot es fa un clic dret a l'apartat “Motion Gruoups” i un altre clic dret per crear-ne un de nou per després, assignar-hi un nom tal i com es veu a la figura 5.24.

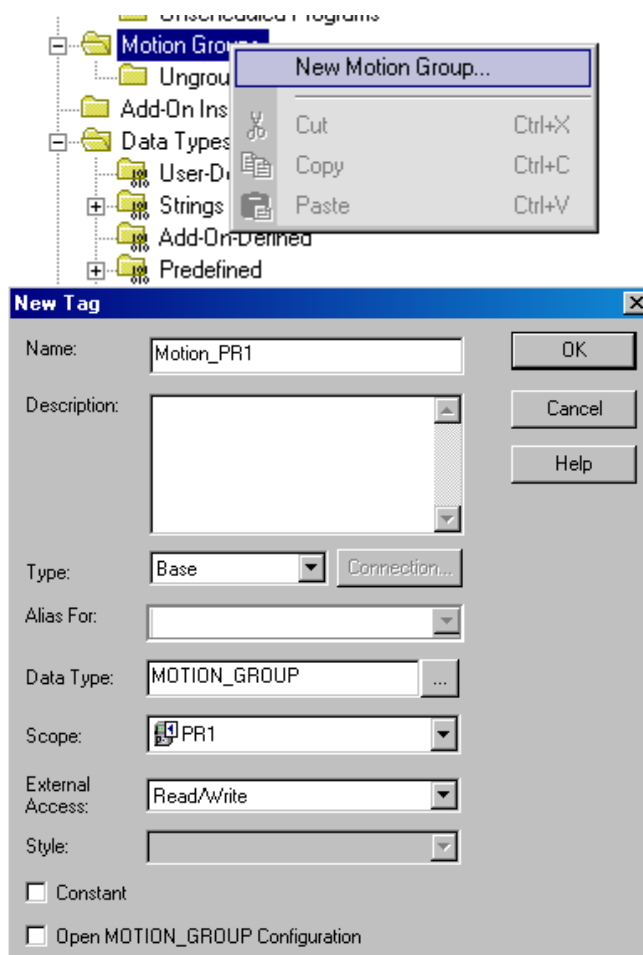


Fig. 5.24 Creació i posada de nom al Motion Group

Ara ja s'ha obtingut un Grup d'eixos anomenat: Motion_PR1.

Es proposa mirar les seves propietats fent clic dret sobre el nou grup creat tal i com es veu a la figura 5.25.

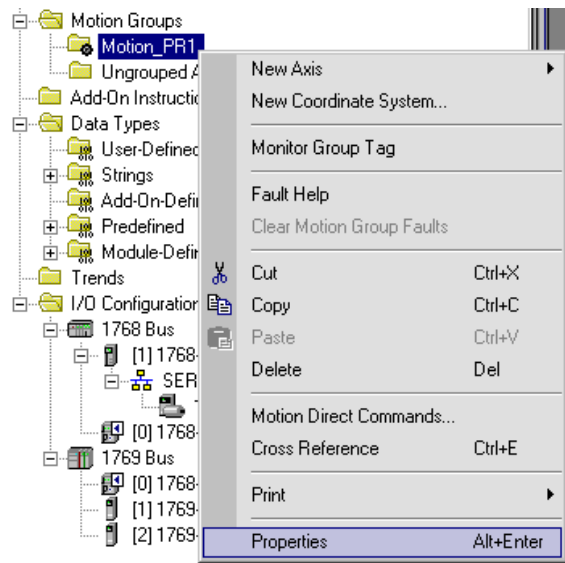


Fig. 5.25 Accés a propietats de Motion Group creat.

Apareixen 3 pestanyes que cal tenir en compte tal i com es veu a la figura 5.26.

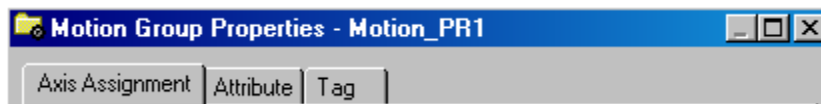


Fig. 5.26 Pestanyes de les propietats del Motion Group creat.

Axis Assignment: assignació d'eix. Quan l'eix sigui creat, es va a aquesta casella per associar-lo al grup creat anteriorment com "Motion_PR1".

Tag: es pot canviar el nom del grup d'eixos creat com també la seva descripció.

Attribute: l'atribut, on es pot canviar el refresc de les dades tal i com es veu a la figura 5.27.

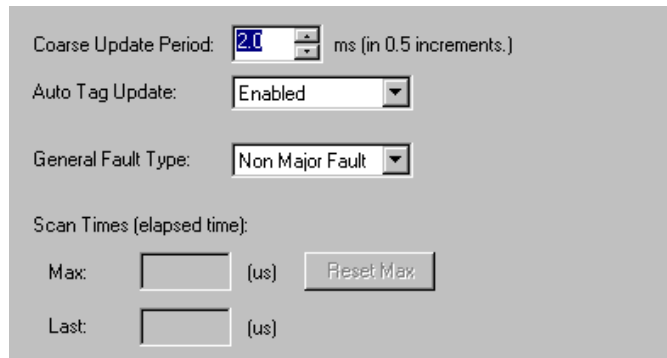


Fig. 5.27 Pestanya Attribute.

Course Update period: període d'actualització o període de refresc, és a dir, es selecciona la rapidesa d'enviament de dades d'una instrucció de moviment fins a la targeta SERCOS 1768-M04SE alhora d'enviar un ordre de posicionament, velocitat o acceleració desitjats al motor de l'actuator. Generalment, el mínim necessari és d'1 ms per eix, els 2 ms posats per defecte són correctes.

Auto tag update: actualització automàtica dels tags, és a dir, si l'opció està permesa "enable" els paràmetres com la posició, velocitat, acceleració, mitjanes de velocitat, acceleració i error de posicionament actuals, seran actualitzats amb el mateix temps, de 2 ms.

Tot seguit es crea l'eix que cal associar-lo al grup d'eixos "Motion Group" (Motion_PR1) que s'ha creat. Per fer això es fa clic dret al mòdul Servo 2098 – DSD-005-SE, i es clica a les seves propietats tal i com es veu a la figura 5.28.

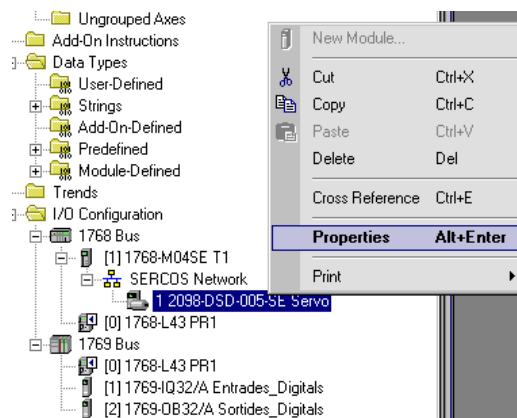


Fig. 5.28 Accés a propietats del servodrive

Cal anar ara a la pestanya d'eixos associats “Associated Axis” on s’hi pot veure que encara no existeix cap eix creat al Node 1. Cal recordar que el node 1 és l’associat al servodrive. Es fa un clic a “New Axis...”, és a dir, nou eix tal i com es veu a la figura 5.29.

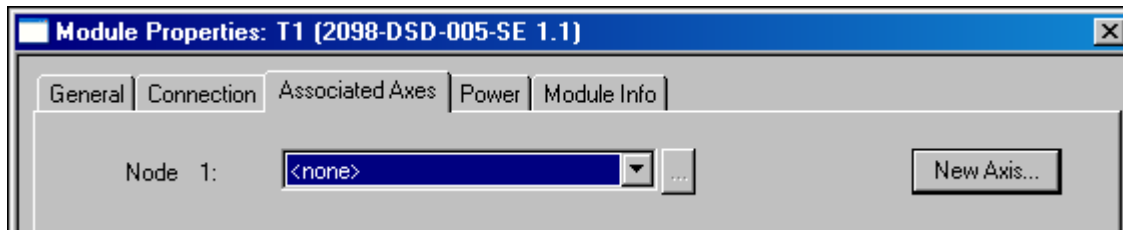


Fig. 5.29 Pestanya Associated Axes

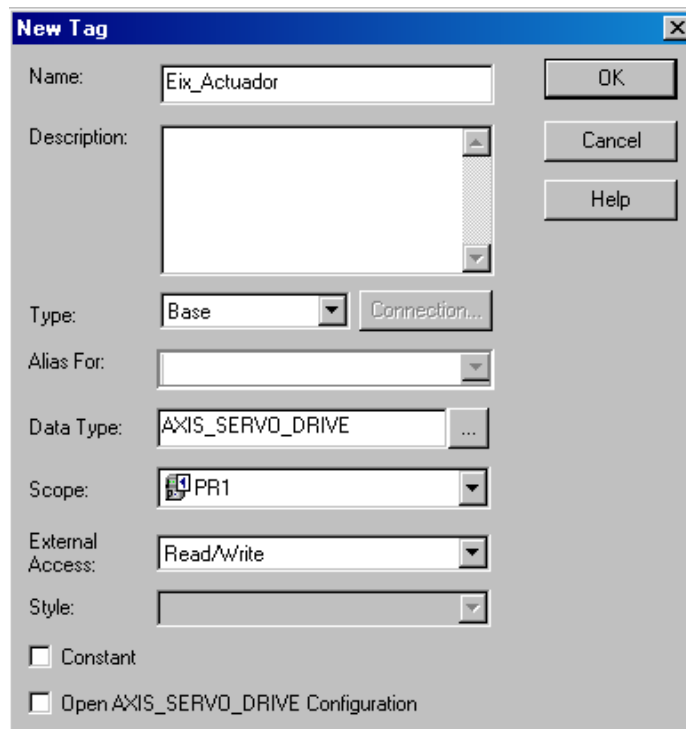


Fig. 5.30 Finestra de nou eix a crear

Un cop es posa un nom a la pestanya “Name” cal remarcar els següents punts:

Description: descripció, on es poden posar els comentaris de l’eix.

Type: el tipus de tag, el que es necessita i es té per defecte és el “Base”.

Data type: tipus d'eix, al tenir especificat el servodrive a la targeta SERCOS el que apareix per defecte, `AXIS_SERVO_DRIVE`, vol dir que es té un eix connectat al servodrive, per tant és correcte.

Es clica a acceptar "OK" i es veu com l'eix que s'acaba de crear amb el nom "Eix_Actuador" no està dins cap grup tal i com es veu a la figura 5.31.



Fig. 5.31 Eix creat fora del grup Motion Groups

Ara només cal arrossegar "Eix_Actuador" al grup d'eixos creat "Motion_PR1". Per fer-ho només cal fer un clic sense deixar-lo anar i arrossegar-lo cap al grup, quedant l'eix dins el grup d'eixos tal i com es veu a la figura 5.32.



Fig. 5.32 Eix creat dins del grup Motion Groups.

Ara ja es té l'eix "Eix_actuator" dins un grup d'eixos i associat al mòdul SERCOS. Ara ja es pot entrar a les propietats per establir, per exemple, quin tipus de motor s'utilitzarà.

5.4.1 Propietats de l'eix.

Per accedir-hi es fa doble clic a l'eix creat "Eix_Actuador", on apareix la següent finestra de configuració tal i com es veu a la figura 5.33.

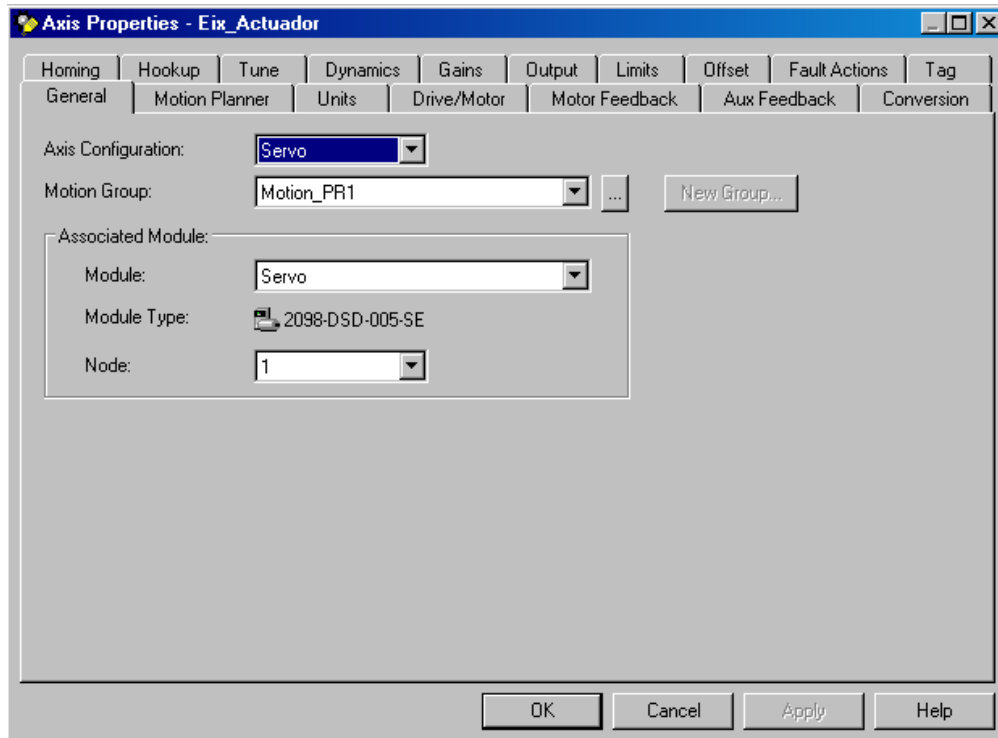


Fig. 5.33 Finestra propietats del nou eix creat.

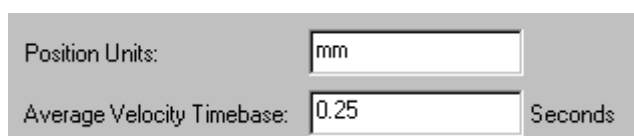
5.4.1.1 General.

Dins de la pestanya "General", en l'apartat de configuració d'eix "Axis configuration" es permet configurar quin tipus d'eix es vol. Per defecte es selecciona tipus "Servo" però es pot seleccionar també "Feedback Only". La opció correcta és la de "Servo" ja que significa que es té el control total de l'eix podent modificar els seus paràmetres com per exemple els guanys o els límits de posició de l'actuador. Si es selecciona "Feedback Only" significa que només interessa saber la informació donada en llaç tancat, és a dir, la posició, la velocitat, o l'acceleració. Tal i com es pot veure a la figura 5.33, s'ha detectat el servodrive de nom "Servo" i el grup que s'ha creat com "Motion_PR1".

5.4.1.2 Unitats.

Es fa un clic a la pestanya “Units”. En aquest apartat cal modificar les unitats de posició “Position Units” en *mm* ja es treballa sobre un actuador lineal. Si l'aplicació fos un motor rotatiu es posaria *graus*.

Per altra banda, la mitjana de càlcul de la velocitat de l'eix “Average Velocity Timebase” es farà cada 0.25 segons, un valor donat per defecte i que és prou correcte tal i com es pot veure a la figura 5.34.



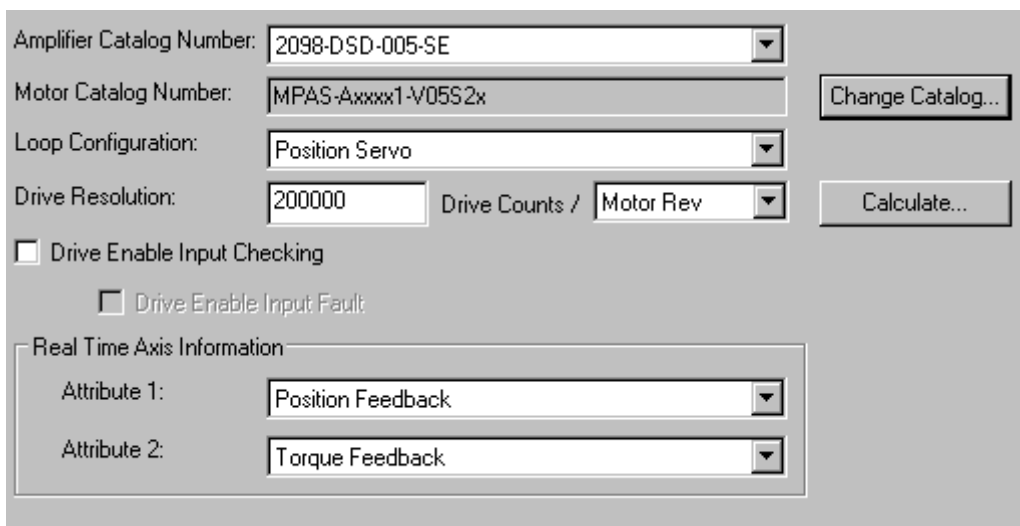
Position Units:

Average Velocity Timebase: Seconds

Fig. 5.34 Unitats de posicionament de l'eix

5.4.1.3 Drive/Motor.

Es fa un clic a la pestanya “Drive/Motor” per configurar el tipus de motor i el servodrive.



Amplifier Catalog Number:

Motor Catalog Number:

Loop Configuration:

Drive Resolution: Drive Counts /

Drive Enable Input Checking

Drive Enable Input Fault

Real Time Axis Information

Attribute 1:

Attribute 2:

Fig. 5.35 Finestra selecció de servodrive i servomotor.

Amplifier Catalog Number: Es selecciona el mòdul Servo 2098-DSD-005-SE.

Motor Catalog Number: Cal que fixar-se en l'etiqueta de l'actuador on es veu el nom del motor MPAS-A60661-V05S2A. Per fer-ho es fa un clic a la opció "Change Catalog" i es busca el model observat tal i com es veu a la figura 5.35.

Loop configuration: configuració del llaç. Es deixa per defecte ja que el servodrive gestionarà el motor.

Drive Resolution: representa la precisió per punts per una volta del motor. Les especificacions tècniques del manual indiquen que s'ha de posar 200000 Punts per Revolució de Motor.

Per últim, es desselecciona la opció que bé per defecte "Drive Enable Input cheking" tal i com es veu a la figura 5.35. A la casella d'informació en temps real de l'eix "**Real Time Axis Information**" cal seleccionar dos atributs de l'eix que serviran per poder obtenir un bon seguiment de la posició i el parell motor.

Position Feedback: posició.

Torque Feedback: parell motor.

5.4.1.4 Conversion.

Dins la pestanya de conversió "Conversion" els valors queden tal i com es veu a la figura 5.36.

| | | |
|----------------------|---------|---|
| Positioning Mode: | Linear | |
| Conversion Constant: | 40000.0 | Drive Counts/1.0 mm Based on 200000 Counts/Motor Rev |
| Position Unwind: | 200000 | Drive Counts/Unwind Based on 200000 Counts/Motor Rev |

Fig. 5.36 Taula de conversió de dades.

Positioning Mode: mode de posició, és molt important canviar aquest paràmetre de "Rotary" rotatiu, quan es vol treballar sobre un motor rotatiu, o "Linear" quan es vol treballar amb un actuador lineal com és el cas.

Conversion Constant: conversió, es posen 40000 punts per cada mil·límetre avançat tenint en compte que la mecànica de l'actuador avança 5mm per cada volta del servomotor.

Unitats = mm

Pas vis sense fi = 5 mm, una revolució són 5mm avançats.

Resolució del Drive = 200000 punts/revolució

S'obté doncs, dividint la resolució del drive entre el pas del vis sense fi, una precisió de 40000 punts per cada mm avançat de l'actuador. Això representa que cada mm avançat serà tindrà una resolució de 40000 punts.

5.4.1.5 Tune.

Aquest apartat és important ja que el "Tune" permet saber els guanys proporcionals, tant de posició com de velocitat, com també la inèrcia de l'actuador. En definitiva, el software identificarà amb quin hardware està treballant.

El primer que s'ha de fer és descarregar el programa, encara sense entrades i instruccions a la interfície lògica ladder, i carregar-lo a la CPU del CompactLogix. Per descarregar-lo cal anar al menú del programa RSLogix 5000 i clicar a la pestanya de "Communications" i es busca l'opció "Who active" tal i com es veu a la figura 5.37.

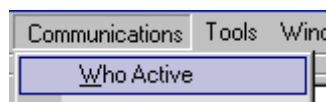


Fig. 5.37 Ruta accés per descarregar el programa.

Apareix el programa RSLinx, on es buscarà la CPU 1768-L43, es selecciona i es clica a Download tal i com es veu a la figura 5.38.

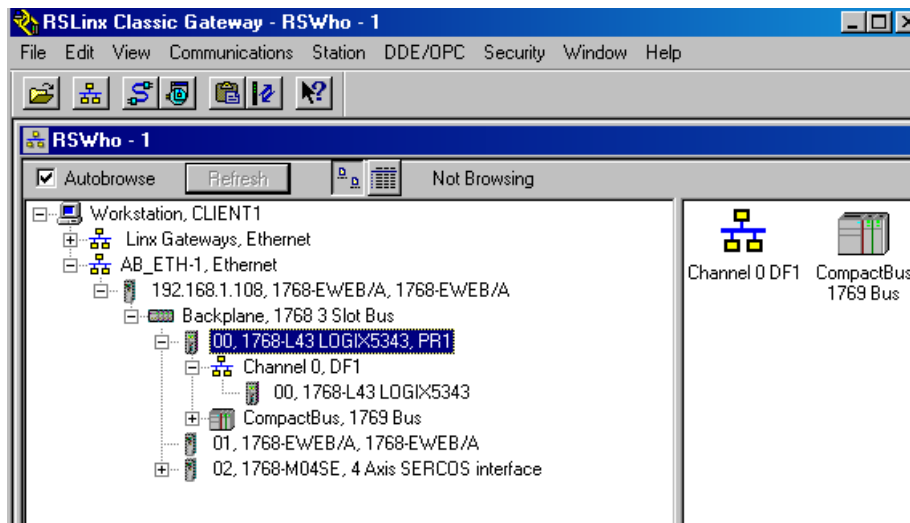


Fig. 5.38 Selecció de la CPU del controlador CompactLogix.

Un cop el programa s'ha carregat a la targeta cal tornar a anar a les propietats de l'eix creat, fent doble clic o clic dret i a "properties", i a la pestanya "Tune". Dins aquest apartat s'omplen les caselles de límit de trajecte "Travel limit", velocitat "Speed", parell/força "Torque/Force" i la direcció "Direction" que serà Forward Bi-directional, és a dir, en els dos sentits positiu i negatiu tal i com es veu a la figura 5.39.

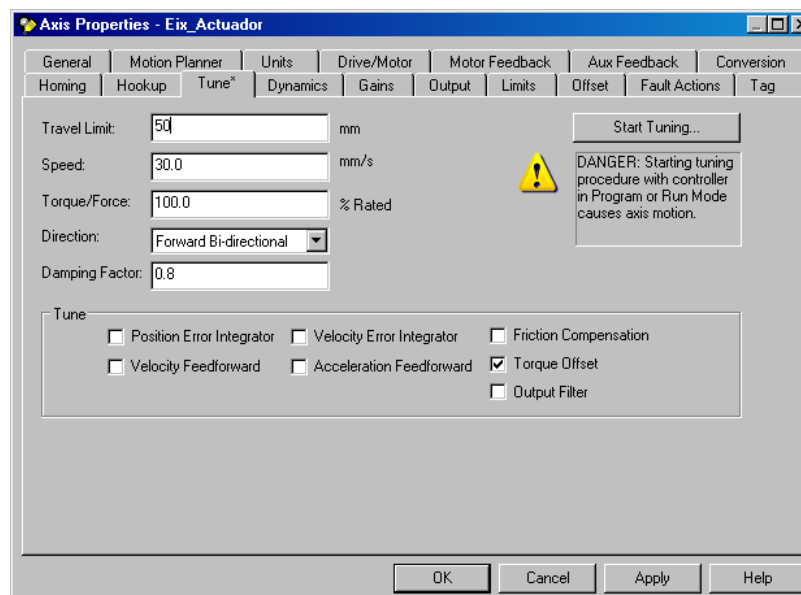


Fig. 5.39 Taula valors tune.

Un cop les dades siguin entrades, es clica el botó “Start Tuning...”, tot seguit s’avisarà que hi haurà moviment, es clica que si “Yes”. En molt poc temps s’avisarà que l’acció ha estat realitzada, Command Status: Command Complete, i es clica OK.

Seguidament apareixerà una casella amb els resultats on es veu: Position Loop Bandwidth (Hz) i Load Inertia Ratio (LoadInertia / Motor Inertia). Sense tancar la finestra de resultats s’anotaran els valors obtinguts i es realitzarà la següent operació per calcular la velocitat del laç de realimentació per al nostre actuator:

$$\text{Velocitat del laç de realimentació} = \left(\frac{\text{Position loop Bandwidth}}{\text{Load Inertia Ratio}} \right) \quad (3.8)$$

La operació donarà un resultat que es substituirà per l’obtingut en la casella de Position Loop Bandwidth. Un cop realitzada l’acció es clica OK. Ara ja es tenen els guanys proporcionals, de velocitat i la inèrcia de l’actuator ajustats.

5.4.1.6 Homing

En aquesta casella, “Homing” permet identificar quina és la posició d’inici de l’eix a partir de l’encoder. Aquesta opció és molt important ja que proporciona el punt d’inici de posicionament de l’eix en un moviment programat. Per identificar el punt de partida es fa un clic a la pestanya de “Homing” a les propietats de l’eix tal i com es veu a la figura 5.40.

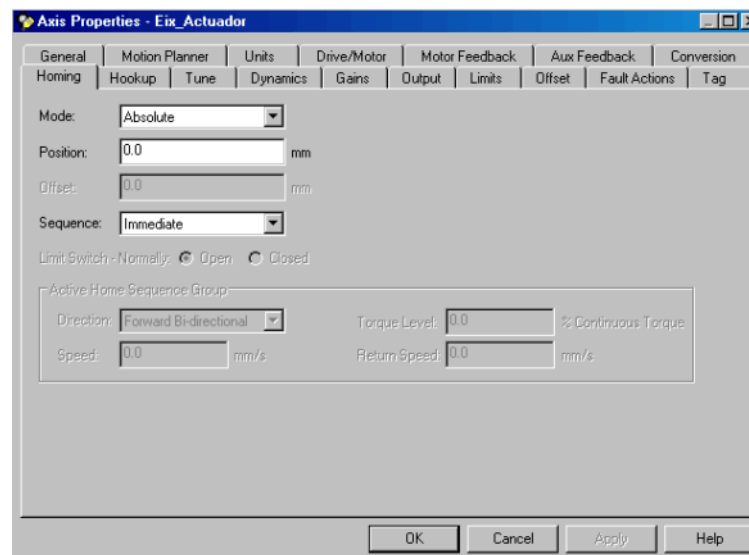


Fig. 5.40 Pestanya Homing

Es seleccionen les següents opcions per saber la posició de l'encoder:

Mode: absolut, al tenir un encoder absolut vist en les especificacions del manual.

Position: posició, es posa que cada cop que s'executi la acció de "Homing" l'eix convertirà la posició anterior a la posició actual al valor 0.0 mm.

Sequence: la seqüència i de tipus immediata "Immediate" la qual estableix la posició de punt de partida a la posició real a l'actuador.

5.4.1.7 Límits de posicionament.

Per a un actuador lineal, és molt important definir quina serà la llargada del trajecte podent definir uns límits introduïts per l'usuari, és a dir, límits de software. Per accedir-hi, es clica la pestanya de "Limits" tal i com es veu a la figura 5.41.

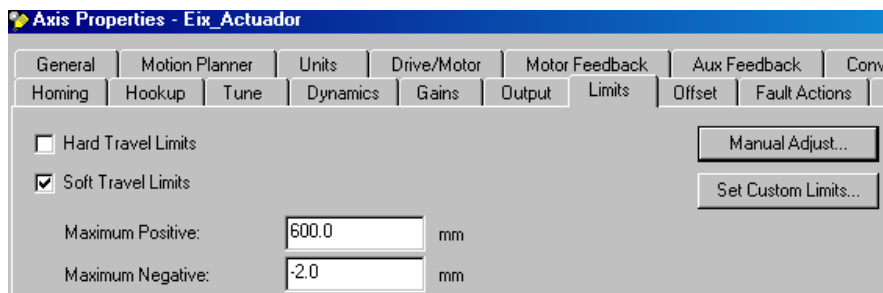


Fig. 5.41 Finestra límits.

Es selecciona la casella "Soft Travel Limits" i s'indica un màxim de posicionament positiu i un màxim de posicionament negatiu. S'estableix que el recorregut màxim positiu per software programat sigui de fins a 600 mm i el negatiu a -2 mm, passats aquests límits, el servodrive entrarà en error.

5.5 Configuració de tags i instruccions.

Un cop l'eix està definit, s'han d'implementar uns tags i unes instruccions de moviments per donar moviment l'actuador lineal. El ladder o "Main Routine" és la interfície lògica on es posen les instruccions i els tags necessaris.

5.5.1 Quès és un tag?.

Un tag es pot definir com la variable necessària per poder fer operacions lògiques i per monitoritzar les dades. Aquestes variables poden ser de tipus INT (integral), REAL, (reals), BOOLEAN (booleans). Com més endavant es podrà veure, es necessitarà la creació de tags per poder canviar els paràmetres de velocitat, acceleració o desacceleració del motor. També el tags faran servei alhora de relacionar els interruptors de la maqueta amb, per exemple, l'habilitació del motor.

5.5.2 Què és una instrucció de moviment?.

Una instrucció de moviment és una estructura de dades que conté una informació de l'estat i el control d'un motor. Per exemple, l'habilitació o la deshabilitació del motor són unes instruccions de moviment.

5.5.3 Tags d'entrada.

Es configuren 9 entrades per a realitzar el programa, totes aquestes aniran referenciades a la targeta d'entrades digitals 1769-IQ32 com ja s'ha comentat, les entrades són:

Entrada 0: Habilitació del motor: donarem potència al motor

Entrada 1: Deshabilitació del motor: encara que estiguem en línia, es deshabilita el motor.

Entrada 2:Parada de l'eix: alhora de realitzar un moviment, es decideix parar el moviment, és a dir, l'eix, sense deshabilitar el servomotor.

Entrada 3: Moviment positiu de l'actuator: Moviment lineal imposant una velocitat, acceleració i desacceleració manuals.

Entrada 4: Moviment negatiu de l'actuator: Moviment lineal imposant una velocitat, acceleració i desacceleració manuals.

Entrada 5: Habilitació del “Home”: En cas que es desitgi ressituat el punt d’inici de l’eix de l’actuador.

Entrada 6: Borrar errors de l’eix: Serà necessari per esborrar els errors i poder seguir amb la pràctica amb normalitat.

Entrada 7: Reset de fallades de l’eix. En cas que hi hagi una pèrdua de potència que alimenta l’equip o es desconnecti la realimentació, l’eix entrarà en estat d’apagada. Caldrà fer un reset i tornar a habilitar-lo.

Entrada 8: Moviment programat de l’actuador, moviment d’un vaivé de l’eix tenint en compte la posició, la velocitat, l’acceleració i desacceleració vers uns límits imposats.

Ara cal referenciar els tags d’entrada per poder realitzar totes aquestes accions. Per crear un tag, es fa un clic dret a “Program Tags” i es selecciona “New Tag tal i com es veu a la figura 5.42.

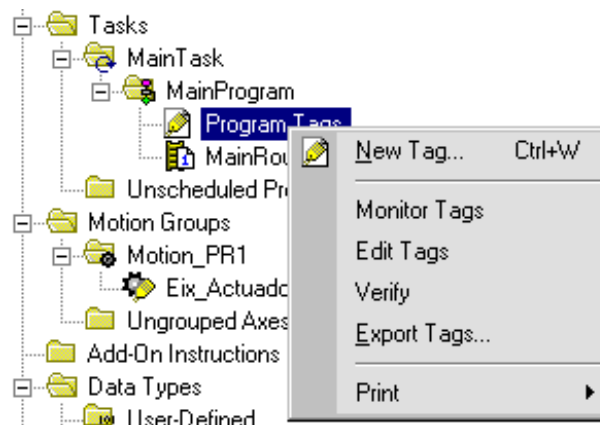


Fig. 5.42 Crear nou tag.

L'aspecte que tindran els tags d'entrades serà el que es pot observar a la figura 5.43.

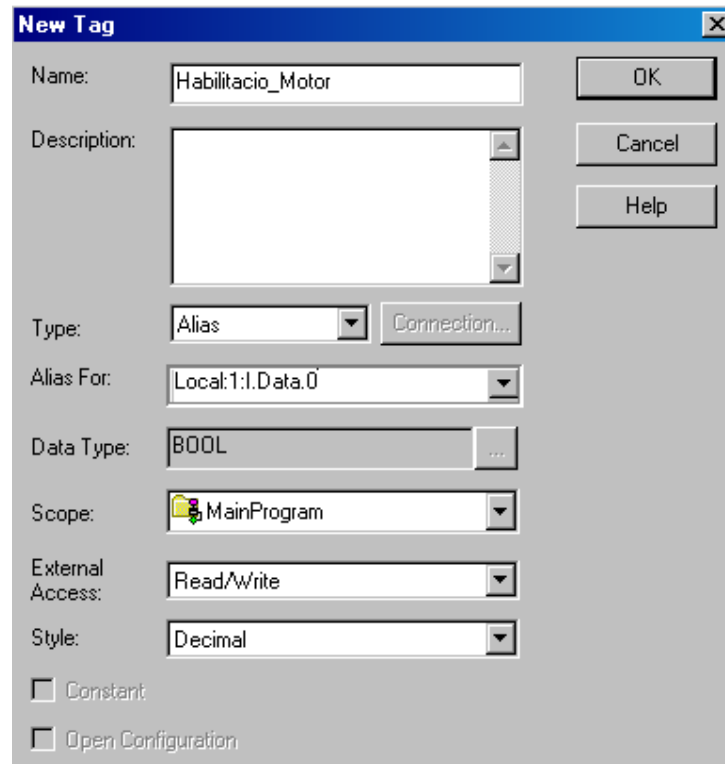


Fig. 5.43 Entrada 0 Habilitació del motor

Name: el nom del tag, és a dir, el nom de l'entrada.

Type: el tipus, serà Alias ja que s'assignarà el tag a una entrada de la targeta d'entrades digitals.

Alias for: s'assigna una entrada del tag a la targeta 1769 – IQ32.

Per exemple, tal i com es veu a la figura 5.43, per realitzar una entrada al controlador com l'habilitació del motor és la següent. Es desplega la fletxa situada a la pestanya "Alias For". Es busca la targeta d'entrades digitals la qual tindrà el nom de Local:1:I, I de Input. Cal clicar ara a la fletxa que apareix a Local:I:Data (al costat de DINT) i es podran veure les 32 entrades de la targeta tal i com es veu a la figura 5.44, es clica que l'habilitació del motor sigui l'entrada 0 de les 32 disponibles del mòdul d'entrades digitals.

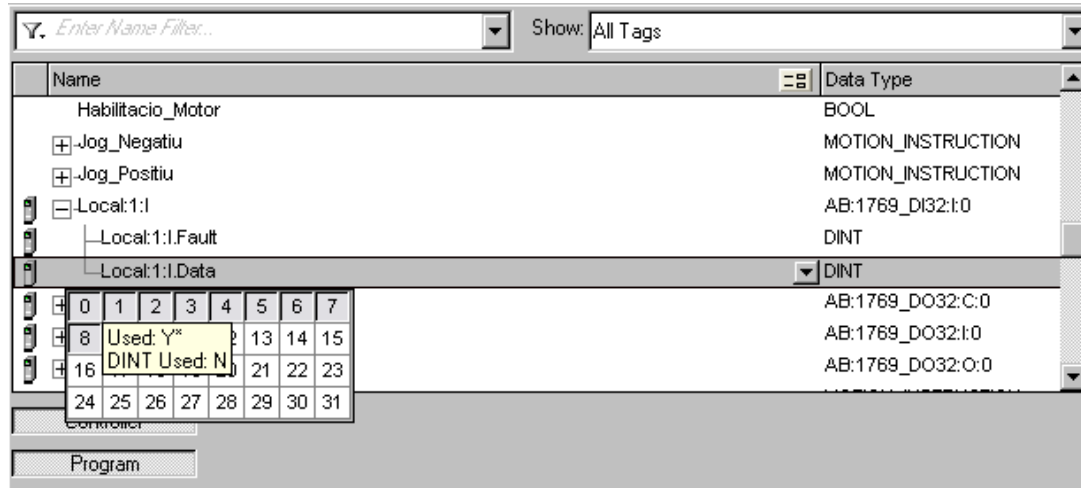


Fig. 5.44 Entrada 0 del mòdul d'entrades digitals.

S'obté així que un cop s'accioni l'interruptor 0 de la maqueta del CompactLogix, s'accedeixi a l'habilitació del motor que serà la entrada 0 de la targeta d'entrades digitals del controlador.

Es realitza ara la deshabilitació del motor tal i com es pot veure a la figura 5.45.

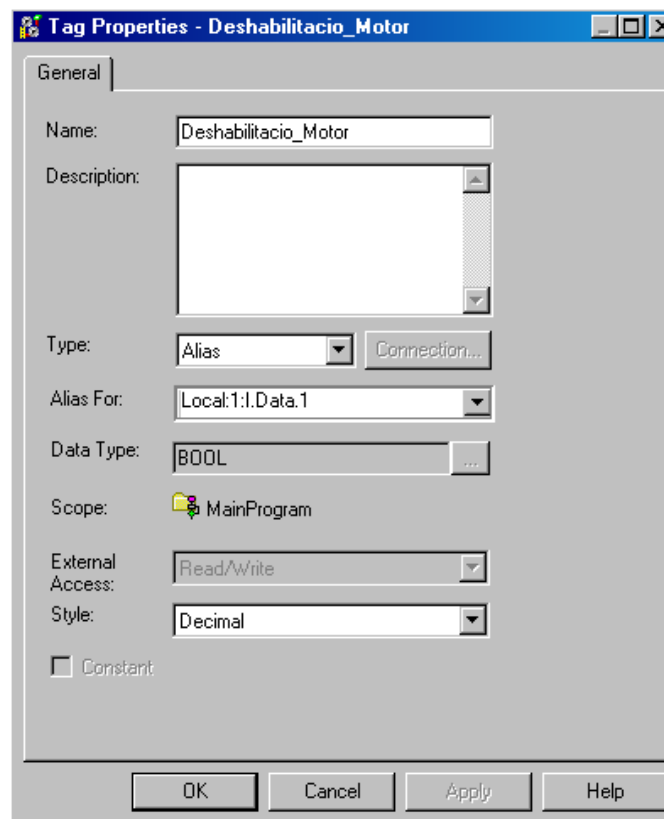


Fig. 5.45 Entrada 1 Deshabilitació del motor.

Per exemple, tal i com es veu a la figura 5.45 la següent entrada és la deshabilitació del motor. S'ha canviat el nom "Name" (ara és deshabilitació del motor), el tipus (les entrades sempre seran Alias) i l'assignació del l'interruptor de la maqueta Local:1:I:Data.1, és a dir, l'entrada 1. Cal recordar que l'habilitació del motor era Local:1:I:Data.0, és a dir, l'entrada 0 tal com s'ha vist a la figura 5.44.

Aquest procediment serà el mateix per a cada entrada especificada anteriorment, el que s'haurà de canviar serà el nom, el tipus com a Alias i l'assignació d'entrada a la targeta 1769-IQ32.

5.5.4 Flanc [ONS].

Es configura ara un tipus de tag més. Aquest tag serà un flanc per detectar l'estat de l'entrada o d'un bit d'una instrucció de moviment. La instrucció [ONS] servirà bàsicament per obtenir més precisió alhora de "reconèixer" l'esglaió d'un bit d'entrada. És molt important remarcar que les instruccions de moviment al programa RSLogix 5000 s'executen per flanc.

Es realitza el mateix procediment per crear un tag fent clic dret a "Program Tags" i seleccionant "New Tag". Tal i com es veu a la figura 5.46 l'aspecte del tag de flanc és aquest.

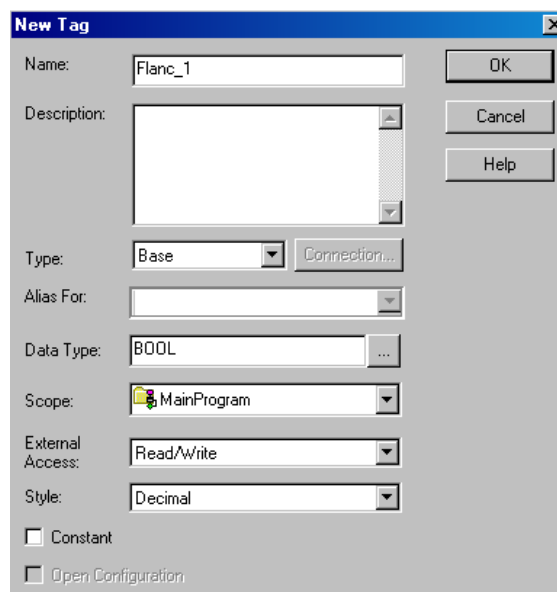


Fig. 5.46 Flanc ONS

Els aspectes més rellevants són:

Nom: es posa el nom del tag, en aquest cas Flanc_1.

Data type: tipus de dada, serà un booleà ja que el flanc identificarà l'estat d'execució, és a dir, 1 o 0.

5.5.5 Tags de PanelView.

Com ja s'ha comentat al principi de la pràctica, el control es farà també per pantalla. Per tant, quan un tag d'entrada de la maqueta realitzi una operació, es posarà en paral·lel un tag perquè faci la mateixa acció però fent referència a la pantalla PanelView.

Es posaran tants tags de pantalla com entrades al sistema es tinguin, és a dir, 9. L'aspecte que tindran tots els tags de pantalla serà el que es pot observar a la figura 5.47.

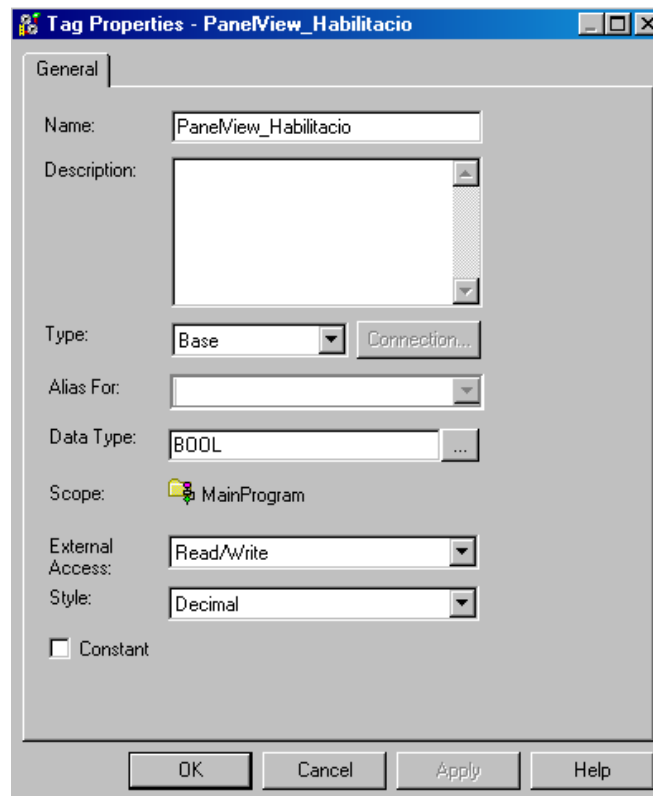


Fig. 5.47 Tags de PanelView.

Els aspectes més rellevants són:

Nom: posem el nombre cada tag d'entrada.

Data type: tipus de dada, serà un booleà ja que el tag d'entrada actuarà igual que un interruptor.

5.5.6 Instruccions i tags a “Main Routine”.

En aquest apartat s'especifiquen les instruccions que donaran moviment al nostre eix. Aquestes instruccions permetran canviar paràmetres de moviment, com la velocitat, l'acceleració i la desacceleració. Serà necessari abans crear un tag, ara però serà de tipus d'instrucció de moviment “Motion_Instruction” i no un booleà, com hem vist fins ara. Cada instrucció anirà associada a un bloc anomenat estat de moviment o “Motion State”. També cal especificar on es troben les representacions per als tags d'entrada com també el flanc [ONS].

S'accedeix als bloc d'estat de moviment “Motion State” tal i com s'observa a la figura 5.48.

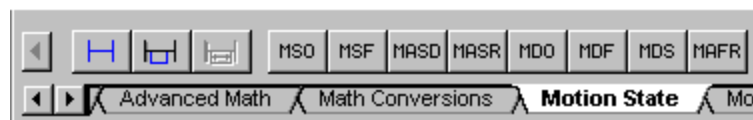


Fig. 5.48 Menú de blocs d'estat de moviment.

S'accedeix a la representació del tag d'entrada al lloc especificat tal i com s'observa a la figura 5.49.

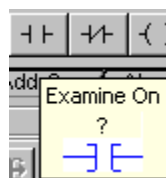


Fig. 5.49 Representació tag entrada.

S'accedeix a la representació del flanc [ONS] al lloc especificat tal i com s'observa a la figura 5.50.



Fig. 5.50 Representació flanc [ONS].

Per accedir a la interfície lògica de programació es fan dos clics a “Main Rottine” tal i com es pot veure a la figura 5.51.

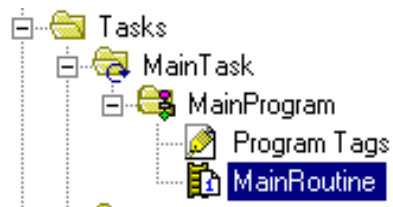


Fig. 5.51 Interfície de programació.

L'únic que cal fer és arrossegar les representacions fins a una línia blava de la interfície “Main Routine”.

5.5.6.1 Habilitació de l'eix MSO

Com s'ha comentat, es clica dins de "Pogram Tags" i amb un clic dret es clica "New Tag" per crear ara el tag de tipus (Data type) "Motion Instruction". En aquest cas es posa de nom MotorON, tal i com es veu a la figura 5.52.

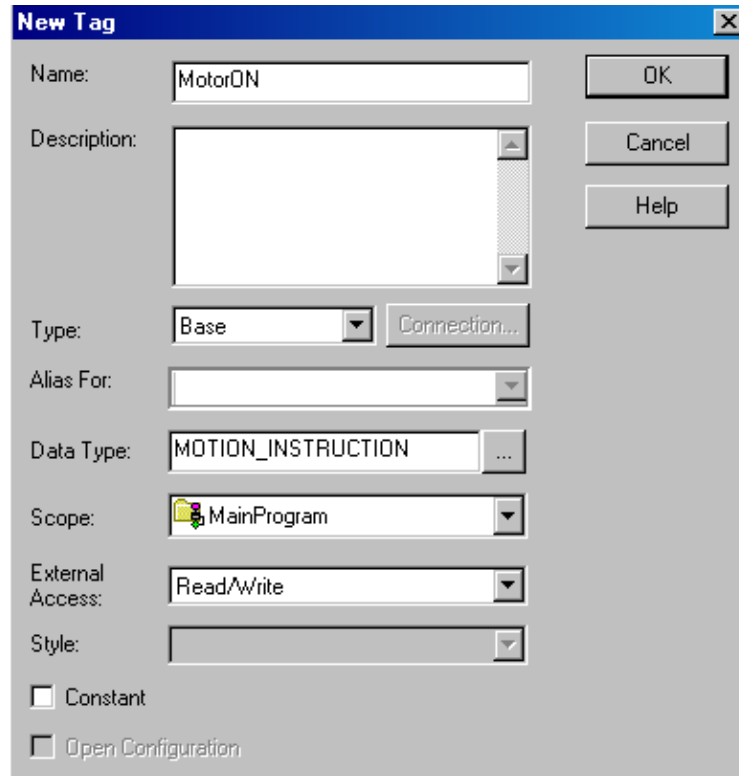


Fig. 5.52 Instrucció de moviment per habilitació del motor

El bloc d'estat de moviment el qual conté la instrucció de moviment creada com MotorON, és la que es pot observar a la figura 5.53.

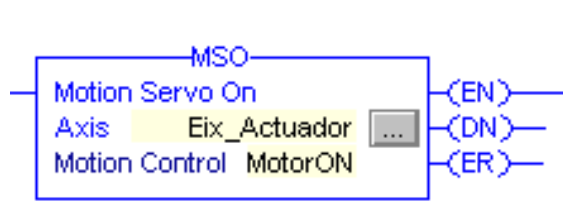


Fig. 5.53 Bloc d'estat de moviment d'habilitació de l'eix.

Dins d'aquest bloc, es clica a la casella amb tres punts (...). S'obrirà un menú i es busca que "Axis", és a dir, "Eix" sigui el creat "Eix_Actuador". Seguint el mateix procediment, dins de "Motion Control" s'assigna el tag de tipus "Motion_Instruction" creat, és a dir, MotorON.

La línia de programació per habilitar el motor serà la següent tal i com es veu a la figura 5.54.

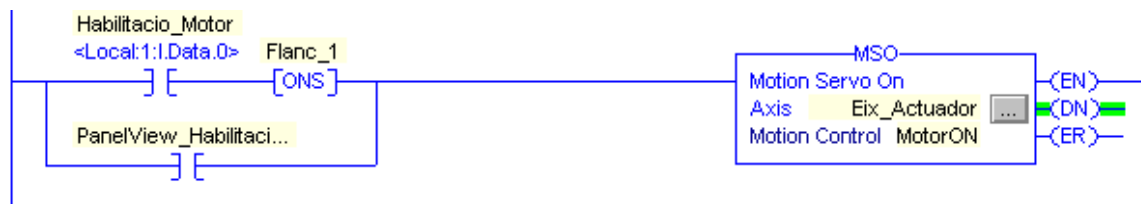


Fig. 5.54 Línia de programació per habilitar l'eix del motor.

Per assignar el tag d'entrada Habilitació_Motor com a la representació de l'interruptor vist a la figura 5.49, cal fer un clic sobre d'ell. S'obrirà el menú i es busca el tag creat. Es realitza la mateixa operació per assignar el tag d'entrada creat a la representació del tag de PanelView i el tag de Flanc.

5.5.6.2 Deshabilitació de l'eix MSF.

Es torna a crear un tag tipus (Data type) "Motion Instruction" amb nom de "MotorOFF" i s'associa al bloc de MSF, tal i com es veu a la figura 5.55.

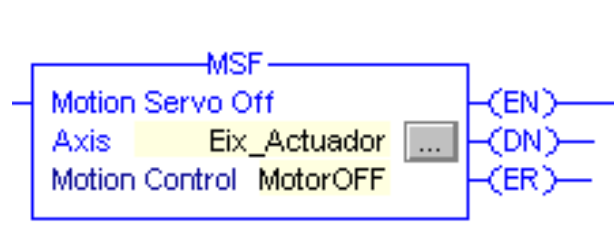


Fig. 5.55 Bloc d'estat de moviment de deshabilitació de l'eix.

La línia de programació per deshabilitar el motor serà la següent tal i com es veu a la figura 5.56.

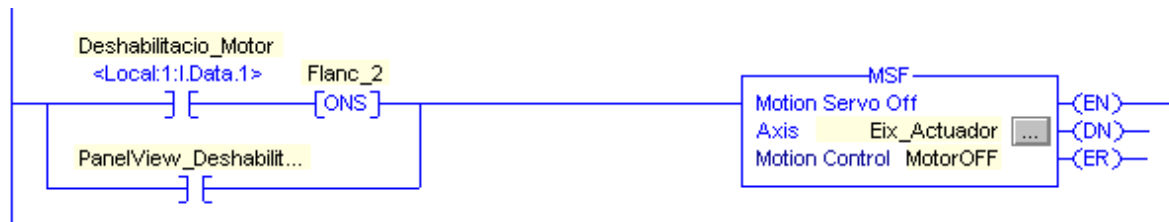


Fig. 5.56 Línia de programació per deshabilitar l'eix.

5.5.6.3 Parar el moviment de l'eix, MAS.

Alhora de realitzar un moviment negatiu o positiu sobre l'actuator lineal és important poder parar l'eix en el moment desitjat sense deshabilitar-lo. El bloc d'estat de moviment juntament amb la línia de programació queda tal i com s'observa a la figura 5.57.

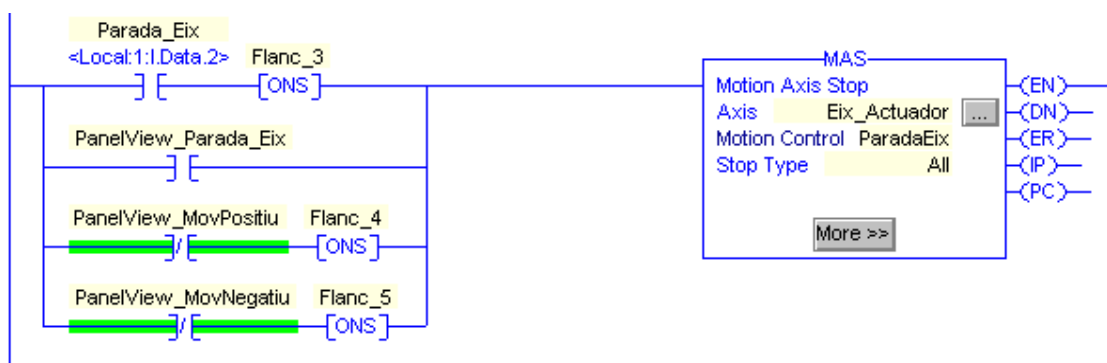


Fig. 5.57 Línia de programació de parada de l'eix.

5.5.6.4 Moviments manuals: Motion Axis Jog (MAJ) i lògica de parada (MAS).

El bloc d'estat moviment que permetrà moure l'actuator en sentit positiu o negatiu serà el "Motion Axis Jog" o "MAJ". Per a realitzar-ho, es crea un cop més el tag tipus (Data type) "Motion Instruction" com Jog_Positiu. Per altra banda es crea ara 3 tags de tipus (Data type) REAL i de noms: velocitat_manual, acceleració_manual i desacceleració_manual.

El bloc d'estat de moviment "Motion Axis Jog" es troba al menú de representacions tal i com s'observa a la figura 5.58.



Fig. 5.58 Menú de blocs d'estat de moviment 2.

El bloc d'estat de moviment "MAJ" ha de quedar tal i com es veu a la figura 5.59.

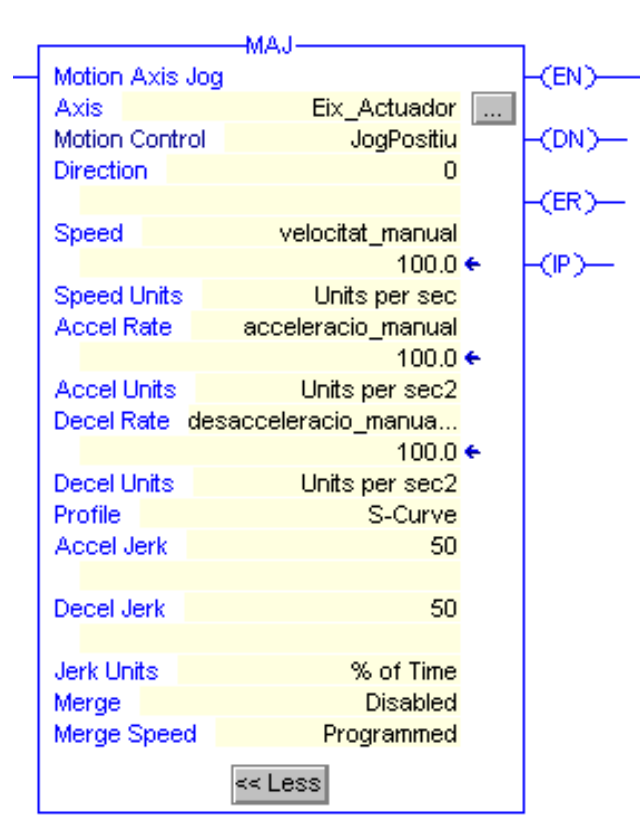


Fig. 5.59 Visualització i configuració del bloc d'estat de moviment MAJ positiu.

Com als altres blocs fets fins ara, dins l'opció "Axis" s'associa l'eix creat "Eix_Actuador". Seguidament dins de "Motion Control" introduïm la instrucció de moviment creada com "JogPositiu".

Direction: la direcció del moviment, on 0 equival a moviment positiu i 1 al negatiu. Aquest bloc servirà per a fer el moviment positiu.

Speed: la velocitat, s'aplica el tag creat (velocitat_manual) per introduir la velocitat que es desitgi.

Accel Rate: l'acceleració, s'aplica el tag creat (acceleració_manual) per introduir l'acceleració que es desitgi.

Decel Rate: la desacceleració, s'aplica el tag creat (desacceleració_manual) per introduir la desacceleració que es desitgi.

Profile: el perfil, seleccionem S-Curve o Trapezoidal com s'ha comentat a la teoria.

Accel Jerk: s'especifica un 50 %.

Decel Jerk: s'especifica un 50 %.

Jerk Units: s'assigna en % del temps.

Merge: es deixa com "disabled", deshabilitat. Si es posa com habilitat la instrucció que el fa servir governa la resta d'eixos que es tingui en l'aplicació.

Merge Speed: programmed, opció que es posa si tenim el paràmetre "Merge" deshabilitat.

Pel què fa al moviment en direcció contrària, moviment negatiu, s'apliquen els mateixos tags de velocitat_manual, acceleració_manual i desacceleració manual. El que canviarà però serà la direcció, que serà 1 i el tag (Data type) "Motion Instruction" que l'hi posarem de nom Jog_Negatiu.

El bloc quedarà del moviment negatiu queda tal i com s'observa a la figura 5.60.

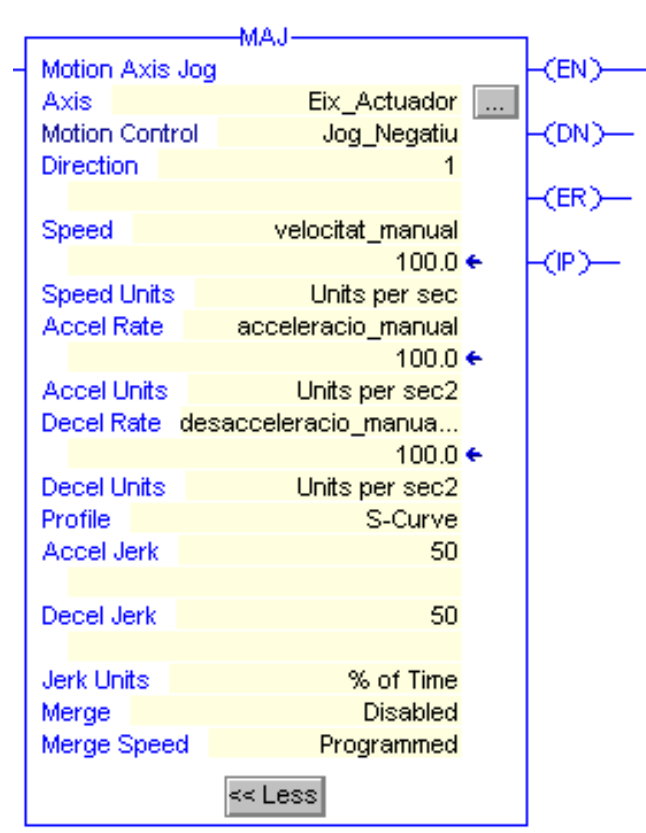


Fig. 5.60 Visualització i configuració del bloc d'estat de moviment MAJ negatiu.

Es pot saber la direcció del sentit ja que si l'eix es dirigeix cap on es troba instal·lat el servomotor serà un moviment negatiu. En canvi, si l'eix s'allunya de la posició del servomotor de l'actuador lineal, serà un moviment positiu.

Un cop parametritzats els blocs “Motion Axis Jog” “MAJ”, s’apliquen les entrades corresponents del per poder fer els moviments en direccions positives i negatives tal i com es pot veure a la figura 5.61.

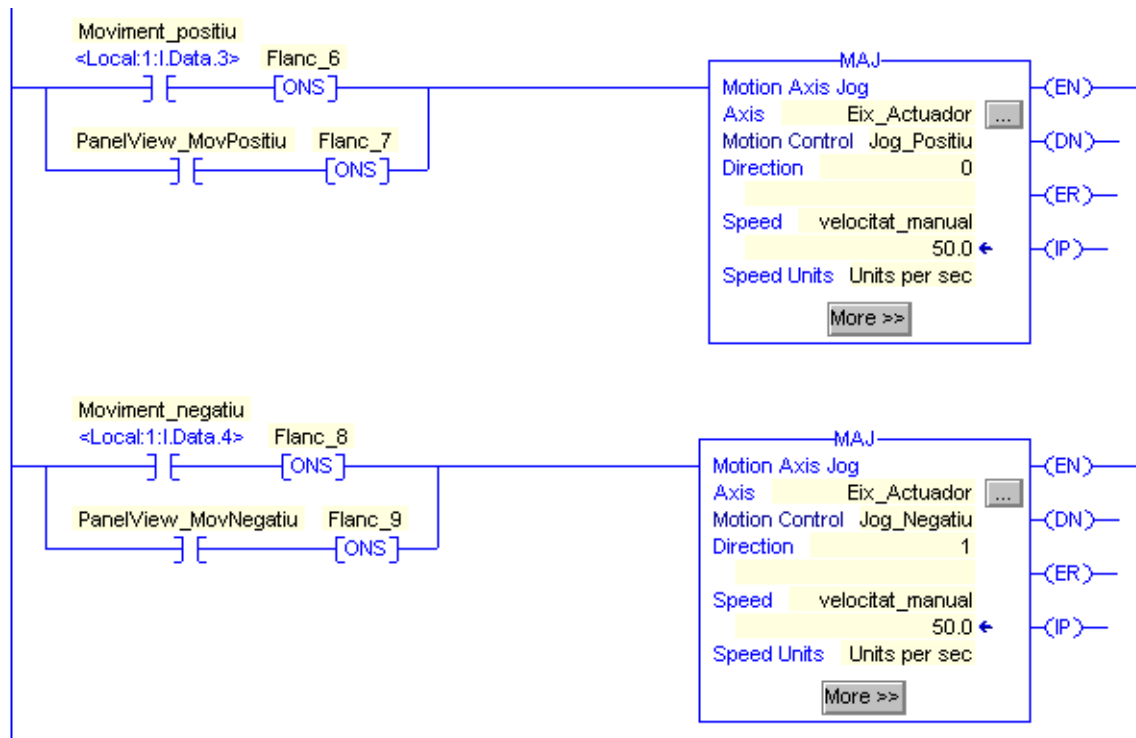


Fig. 5.61 Línia de programació per als moviments positius i negatius.

Per saber la màxima velocitat_manual, la màxima acceleració i la màxima desacceleració que es pot aplicar a l’eix cal mirar, a les propietats de l’eix creat, la pestanya de “Dynamics” de la figura 5.33, que s’obtenen un cop fet el “Tune” tal i com s’observa a la figura 5.62.

| Homing | Hookup | Tune | Dynamics | Gains |
|--------|--------|------|----------------------------|-----------------------------|
| | | | Maximum Speed: | 177.08333 mm/s |
| | | | Maximum Acceleration: | 7352.208 mm/s ² |
| | | | Maximum Deceleration: | 7352.208 mm/s ² |
| | | | Maximum Acceleration Jerk: | 305251.56 mm/s ³ |
| | | | Maximum Deceleration Jerk: | 305251.56 mm/s ³ |

Fig. 5.62 Paràmetres aplicables màxims.

Pel que fa a la lògica de parada de l'eix, cal assegurar-se que mentre es realitza un moviment en una direcció no afecti res més que aquell moviment, és a dir, per error es podria accionar una direcció en sentit contrari cosa que l'actuador entraria en estat d'error o fallada.

Per evitar-ho ,es crea un tag tipus (Data type)“Motion Instruction” per poder-lo assignar al bloc d'estat de moviment Motion Axis Stop (MAS), parada d'eixos. La instrucció associada al bloc MAS i creada tindrà el nom de StopEix tal i com es veu a la figura 5.63.

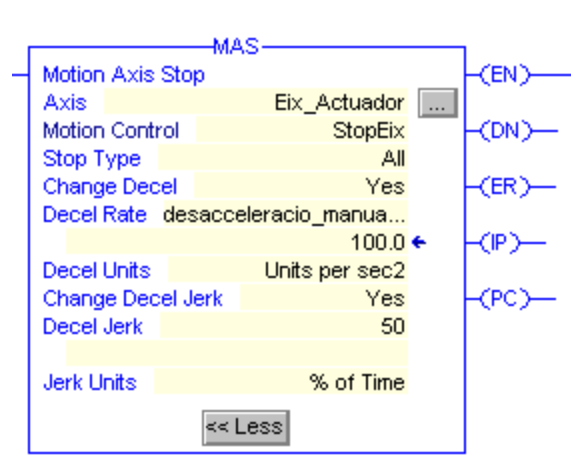


Fig. 5.63 Bloc d'estat de moviment de parada de l'eix.

La lògica serà la següent tal i com es pot veure a la figura 5.64.

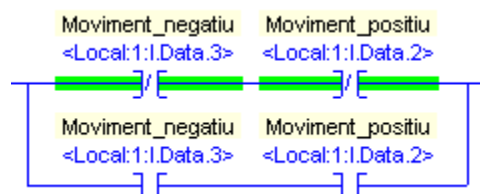


Fig. 5.64 Lògica de parada.

Un cop accionem, per exemple, el moviment negatiu el polsador normalment tancat passarà a ser obert mentre que el polsador normalment obert es tancarà. Això farà que no s'accioni el bloc de parada d'eixos ja que el moviment positiu no està accionat. Si per error el moviment positiu s'accionés, és donaria accés al bloc de parada (MAS).

La línia de programació quedaria tal i com es pot observar a la figura 5.65.

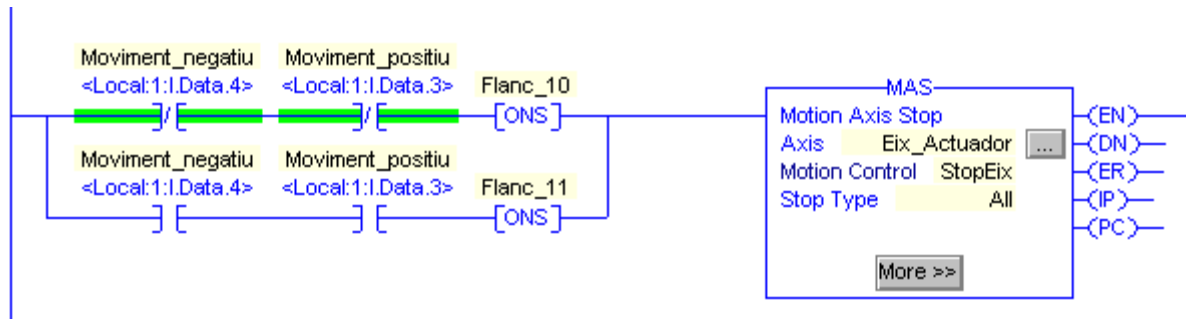


Fig. 5.65 Línia de programació per la parada de seguretat.

5.5.6.5 Referenciat (MAH).

Com s'ha comentat a l'apartat 5.4.1.6, aquesta instrucció servirà per posicionar el nostre eix en una determinada cota d'inici de posició. Per executar aquesta instrucció però, el motor haurà d'estar deshabilitat, després, un cop es torni a habilitar es veurà que la posició serà la 0.0 mm.

L'estructura lògica per accedir al bloc de moviment "MAH" serà la que es pot observar a la figura 5.66

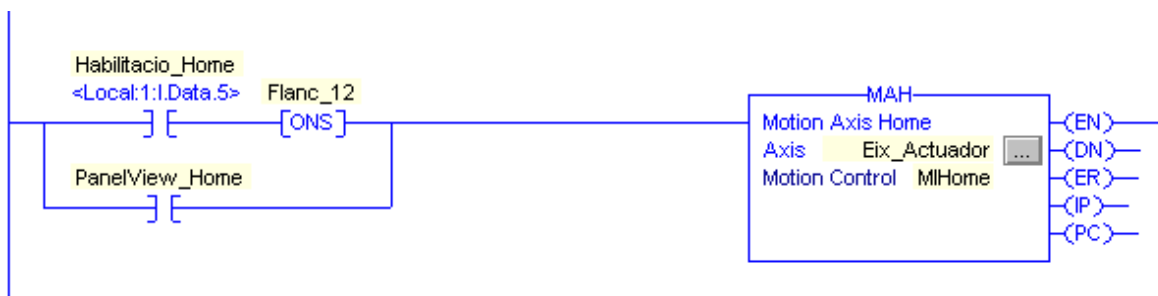


Fig. 5.66 Línia de programació per al referenciat de l'eix.

5.5.6.6 Reseteig d'errors de l'eix (MAFR).

El bloc d'estat de moviment "Motion Axis Fault Reset" permetrà resoldre els errors en el cas de que s'apliqui un excés de velocitat o acceleració a l'eix. També si s'executa per

error una instrucció abans de que el servodrive tanqui el llaç no havent arribat a l'estat 4 o es sobrepassen els límits per software.

La línia de programació per el reset de les fallades és tal i com es pot observar a la figura 5.67

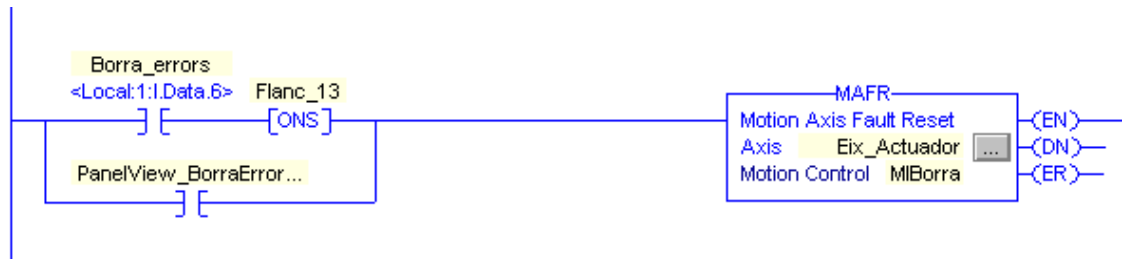


Fig. 5.67 Línia de programació per la correcció de fallades durant l'aplicació.

Aquesta instrucció permetrà corregir els següents errors i que solen ser també molt comuns:

Excess Position Error (E19): aquest error es produeix si establim una determinada velocitat o acceleració massa grans. Ens avisarà que l'error de posició és massa gran, és a dir, el valor ideal vers el real a seguir té massa diferència. Al córrer més ràpid o al accelerar més ràpid aquest offset és fa més gran es notificat.

5.5.6.7 Apagament i reseteig de moviment de l'eix (MASR).

El bloc d'estat de moviment "Motion Axis Shutdown Reset" o "MASR" permetrà una habilitació de l'eix en el cas de fer xocar per error l'eix contra els límits físics de l'actuador, és a dir, els finals de carrera. Com els altres blocs d'estat de moviment, es crea una instrucció (Data type) "Motion State" i s'associa al bloc de moviment tal i com es veu a la figura 5.68.

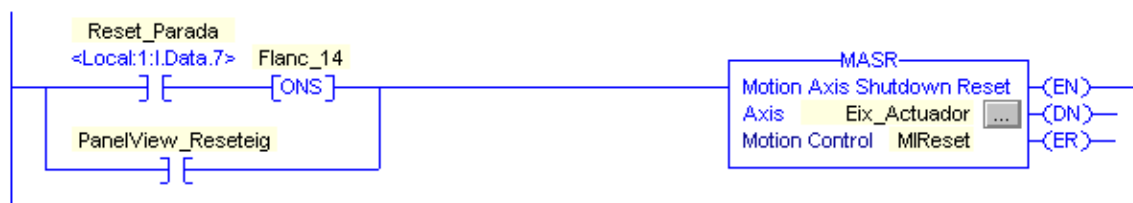


Fig. 5.68 Línia de programació per a fer un reset de fallades de l'aplicació.

5.5.6.8 Moviment de l'eix mitjançant posicionament absolut (MAM).El Vaivé.

El bloc d'estat de moviment "Motion Axis Move" és molt semblant al bloc "Motion Axis Jog (MAJ)" per a realitzar moviments. La diferència és que en el "MAM" s'ha de definir tipus de moviment "Move type" i uns punts d'inici i final, unes cotes a l'opció posició "Position" dins el bloc de moviment.

Com anteriorment s'ha comentat, els tags ja creats per el bloc d'estat de moviment "MAJ" i de tipus REAL com velocitat_manual, acceleració_manual i desacceleració manual es faran servir també per el bloc d'estat de moviment "MAM". Es crea ara dos tags més de tipus REAL. En un es posa el nom de "cota_1" i l'altre, el nom de "cota_2" i s'assignaran dins el paràmetre de posició "Position".

L'objectiu d'aquest moviment és el de fer un vaivé, és a dir, indicar un posició d'inici (cota_1) i una posició final (cota_2). Aquest moviment requereix dos blocs "MAM" amb tags de tipus instrucció de moviment (Data type) "Motion Instruction" com s'ha fet fins ara. El primer bloc es posa el nom del tag com "Posicionat_1_Eix" i al segon bloc "Posicionat_2_Eix" tal i com es veu a la figura 5.69.

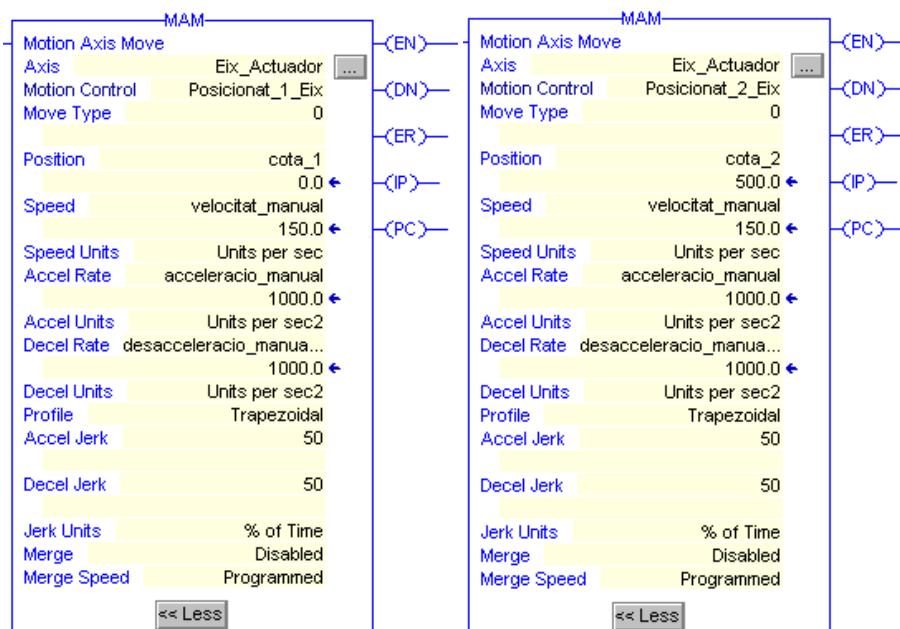


Fig. 5.69 Bloc d'estat de moviment de cota 0 (esquerra) i bloc d'estat de moviment cota_2 (dreta)

Els punts més rellevants d'aquests blocs són el tipus de moviment "Move Type" que es declara com a 0 ja que significa un moviment absolut al tenir un encoder absolut. També, a posició "Position" s'escriu un nombre de tipus REAL per definir el punt d'inici, cota_1 a la posició 0.0 mm per al bloc esquerra de la figura 5.69, i cota_2 a la posició 500 mm per al bloc de la dreta de la figura 5.69.

La programació d'un vaivé és tal i com es veu a la figura 5.70.

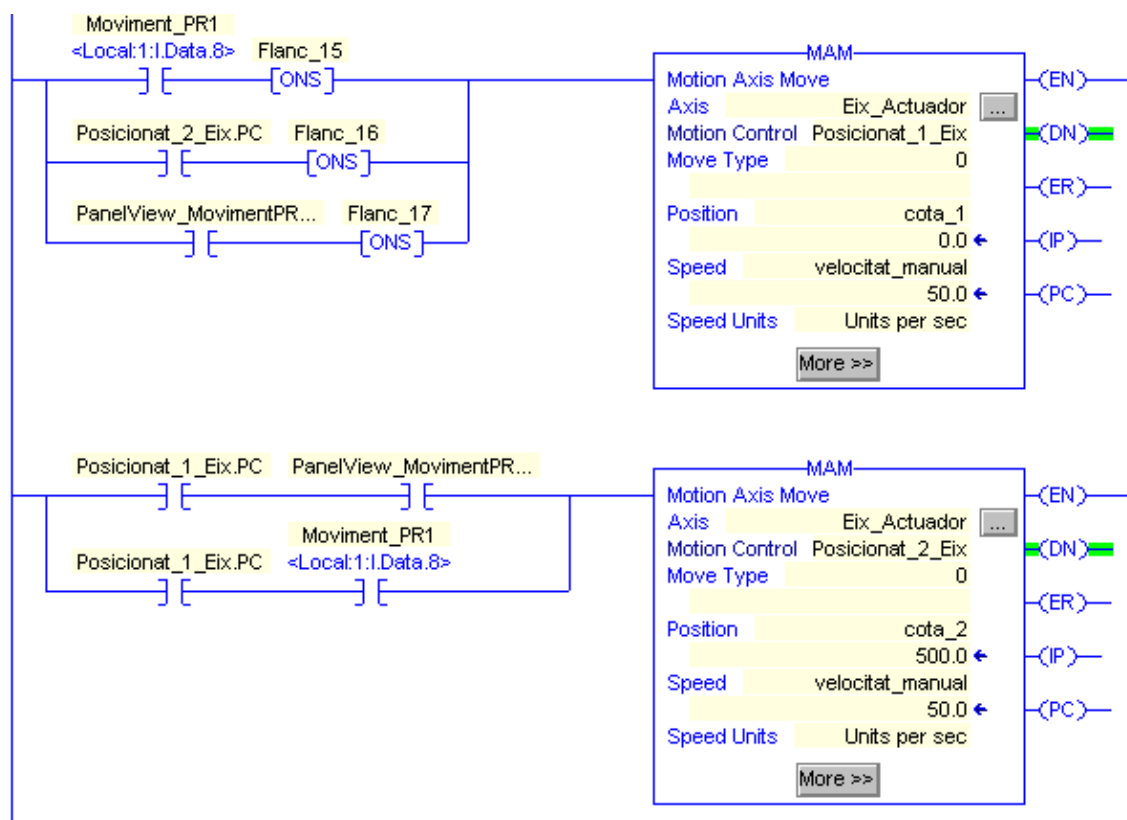


Fig. 5.70 Línia de programació del moviment d'un vaivé.

L'entrada que s'associarà per accedir al primer bloc d'estat de moviment "MAM" i l'entrada creada com *Moviment_PR1* (interruptor de la maqueta número 8). Com es pot veure a la figura 5.70, es posa un contacte just a la línia de sota l'entrada *Moviment_PR1* i s'escriu el nom de la instrucció de moviment *Posicionat_2_Eix.PC*. Per accedir al segon "MAM" es crea també un pulsador amb el nom de *Posicionat_1_Eix.PC*.

Un s'acció el pulsador *Moviment_PR1*, s'executarà el primer bloc d'estat de moviment "MAM" i es veurà com l'eix es dirigeix cap a la posició *cota_2*. Un cop s'arribi al destí, l'eix de l'actuador tornarà cap a la *cota_1* i així successivament. Es podrà observar que, un

cop s'arribi a una cota, ja sigui la 1 o la 2, s'il·luminarà un indicador verd al costat de cada bloc d'estat de moviment tal i com es veu a la figura 5.71.



Fig. 5.71 Bit de Program Complete.

Aquest bit indica “Program Complete” (PC),és a dir, programa complet ja que s’ha arribat a la cota definida per cada bloc. Per aquest motiu, la creació de Posicionat_2_Eix.PC i Posicionat_1_Eix.PC serviran per accedir a cada bloc i fer un moviment d’un vaivé.

5.6 Exportar els tags creats.

Si es vol veure tots els tags creats i la seva descripció de forma simplificada i còmode, es poden exportar en un full d’Excel. Serà útil per veure el total de tags que es tenen com també quins es decidiran per associar-los al control per pantalla que més endavant es comentarà.

Per a fer-ho cal dirigir-se fent clic dret a “Program Tags” i fer clic a Export Tags tal i com es veu a la figura 5.72.

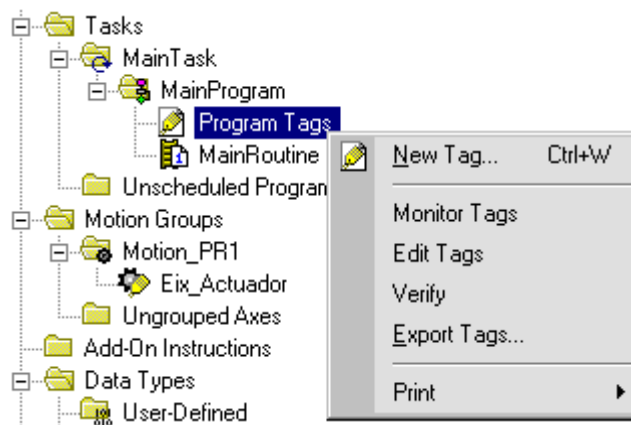


Fig. 5.72 Accés a Export Tags.

Tot seguit el programa preguntarà on es vol guardar l'arxiu.CSV amb els tags. S'especifica una ruta i es clica Acceptar. S'obté així un resum del tags en una fulla d'Excel, l'aspecte serà tal i com es veu a la figura 5.73.

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----|--------|--------------------------------|--------------------|-------------|----------|------------------|---|---|---|---|---|---|
| 1 | remark | CSV-Import-Export | | | | | | | | | | |
| 2 | remark | Date = Sun May 1 13:59:14 2011 | | | | | | | | | | |
| 3 | remark | Version = RSLogix 5000 v18.00 | | | | | | | | | | |
| 4 | remark | Owner = Guillem | | | | | | | | | | |
| 5 | remark | Company = rockwell | | | | | | | | | | |
| 6 | | 0.3 | | | | | | | | | | |
| 7 | TYPE | SCOPE | NAME | DESCRIPTION | DATATYPE | SPECIFIER | ATTRIBUTES | | | | | |
| 8 | TAG | MainProgram | acceleracio_manual | | REAL | | (RADIX := Float, Constant := false, ExternalAccess := Read/Write) | | | | | |
| 9 | ALIAS | MainProgram | Borra_errors | | | Local:1:I.Data.5 | (RADIX := Decimal, ExternalAccess := Read/Write) | | | | | |
| 10 | TAG | MainProgram | cota_1 | | REAL | | (RADIX := Float, Constant := false, ExternalAccess := Read/Write) | | | | | |
| 11 | TAG | MainProgram | cota_2 | | REAL | | (RADIX := Float, Constant := false, ExternalAccess := Read/Write) | | | | | |

Fig. 5.73 Visualització dels tags exportat en una fulla d'Excel.

5.7 Motion Direct Commands.

Una altre opció per habilitar el motor, parar-lo, fer un home o un moviment es pot realitzar de manera directe sense la necessitat de programar-ho en la interfície ladder “Main Routine” del programa. Cal estar en línia amb el programa. Per accedir-hi es fa un clic dret a l'eix creat tal i com es veu a la figura 5.74.

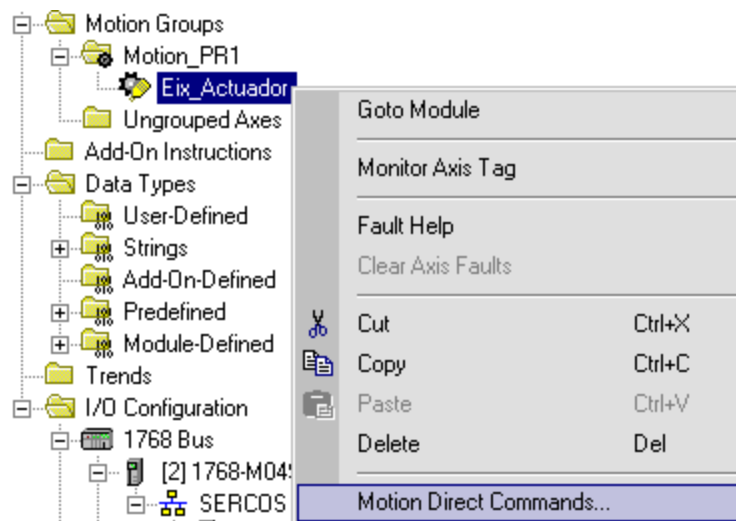


Fig. 5.74 Accés a Motion Direct Commands

Tot seguit, apareix una finestra amb tots els blocs d'estat de moviment com els comentats, és a dir, l'habilitació del motor MSO, la deshabilitació del motor MSF, etc.

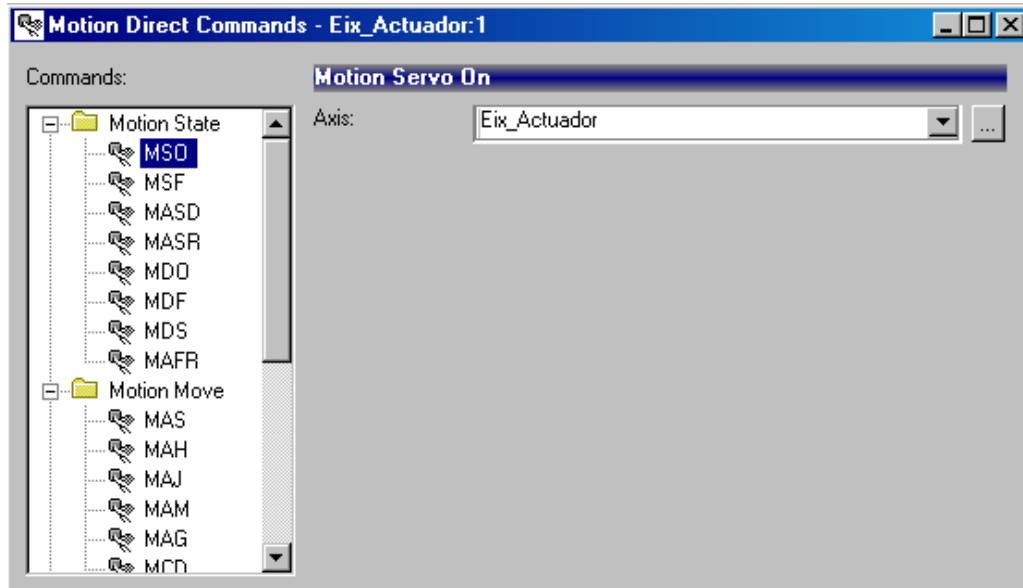


Fig. 5.75 Finestra de Motion Direct Commands.

5.8 Descarregar el programa a la CPU.

Un cop es tingui el programa revisat i preparat, serà moment de carregar-lo a la CPU per tal de poder fer la pràctica.

Al menú del programa RSLogix 5000 es busca la opció de Communications i es clica a “Who active” tal i com es veu a la figura 5.76.



Fig. 5.76 Accés per descarregar el programa a la CPU.

Seguidament s'obrirà automàticament la interfície RSLinx on es podrà veure el hardware del sistema. Es selecciona la CPU (1768-L43) i es clica a Download. Seguidament el programa pregunta si es vol en “Mode Run”, és a dir, fer córrer l'aplicació. Es fa un clic a sí, “Yes” tal i com es veu a la figura 5.77.

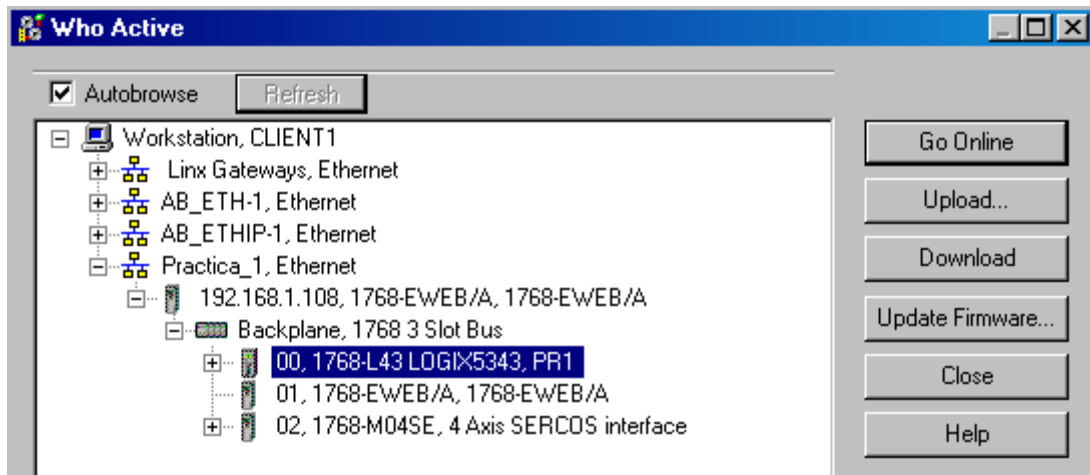


Fig. 5.77 Pantalla per descarregar el programa.

5.9 Control i diagnòstic per interfície Panel View.

En aquesta part, es veurà com crear una interfície d'operador i com carregar-la al Panel View per poder controlar i diagnosticar l'estat de l'actuador així com també la notificació d'errors. El programa que s'utilitzarà serà el Factory Talk View Machine Edition ja que és l'editor oficial per programar panells de control.

5.9.1 Creació d'un projecte.

Un cop s'obri el programa s'ha de crear un nou projecte anant a la casella "New" i posant un nom. Tot seguit es clica a "Create" tal i com s'observa a la figura 5.78.

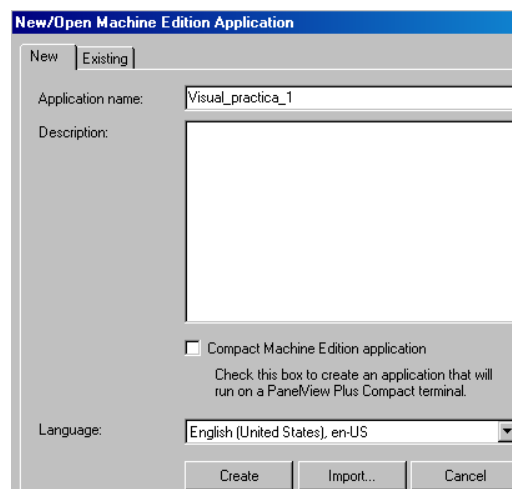


Fig. 5.78 Finestra nova configuració per pantalla.

Tot seguit apareix la interfície amb el qual es gestionarà l'aplicació al PanelView. Fent doble clic a "Project Settings" s'accedeix a la configuració de la resolució i la pantalla amb la que es treballarà triant l'opció PVPlus 1250 amb una resolució de pantalla de 800x600 tal i com es veu a al figura 5.79.

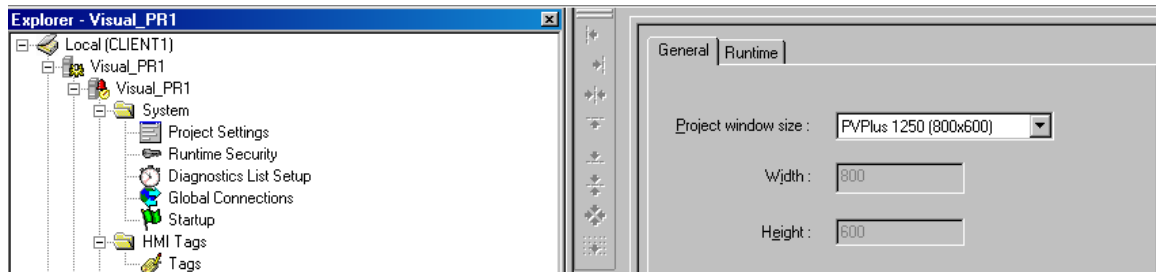


Fig. 5.79 Accés a resolució i model de pantalla

Tot seguit el programa preguntarà que havent seleccionat aquesta resolució i aquest model de pantalla les mides d'objectes, imatges i la font de la lletra s'ajustaran a la nova resolució. Es clica OK

5.9.2 Configuració de la comunicació.

En aquest apartat s'estableix la comunicació amb el programa RSLinx per mes tard poder carregar l'aplicació al PanelView. Un cop es té el projecte creat, es fa doble clic a RSLinx Enterprise i s'escull "Create a new configuration", tal i com es veu a la figura 5.80.



Fig. 5.80 Icona RSLinx Enterprise

Tot seguit a la finestra "Device Shortcuts" es farà un clic a afegir "Add" i es posarà un nom. Es clica "Apply" tal i com s'observa a la figura 5.81. És necessari crear un "Device Shortcut" ja que representa una ruta a un dispositiu específic del qual es vol agafar la informació, és a dir, el programa creat de la pràctica amb el RSLogix 5000.

Per altra banda, es troben dos finestres més: “Desgin (Local)” i “Runtime (Target)”. Dins de “Desgin (Local)” es mostrarà el hardware que es té comunicant amb la targeta Ethernet amb la IP 192.168.1.108, en resum es mostra la comunicació en el PC i el controlador. Dins de “Runtime (Target)” es defineix com la ruta de comunicació entre el dispositiu HMI (Human Machine Interface, el Panel View Plus 1250) i el controlador.

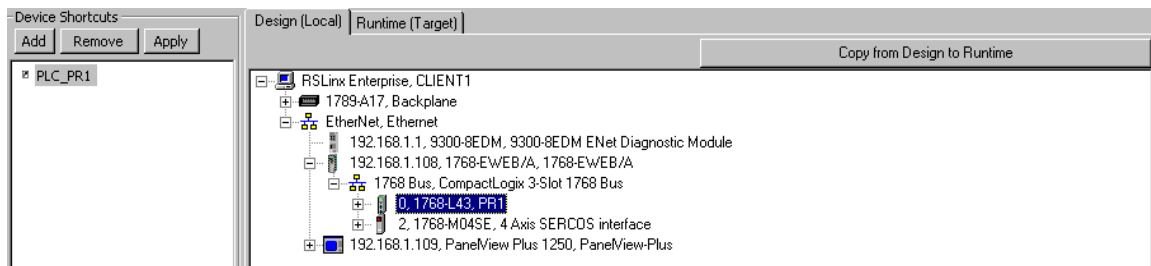


Fig. 5.81 Finestra configuració de connexió.

Un cop creat el nom del “Device Shortcut” es busca el processador del CompactLogix (1768-L43) i es clica afegir “Apply” i clican que si “Yes”. Tot seguit es clica a “Copy from Design to Runtime” per traslladar també la configuració de ruta de comunicació de “Design (Local)” a “Runtime (Target)” tal i com es veu a la figura 5.81.

A la mateixa finestra de la figura 5.81, a “Offline Tag File” cal establir una ruta on es té guardat el programa de la pràctica tal i com es veu a la figura 5.82.



Fig. 5.82 Ruta d’accés al programa fet per RSLogix 5000.

La ruta de comunicació és creada. Ara ja es pot configurar les pantalles i associar, mitjançant displays i polsadors, els tags per realitzar moviments a l’actuador a través del PanelView.

5.9.3 La interfície PanelView, realització.

El control per pantalla inclourà:

- Visualització en temps real de la posició, velocitat, acceleració i desacceleració de l'eix.
- L'habilitació de blocs d'estat de moviment com MSO, MSF, MAJ, MAM, HOME.
- Introducció manual de punts d'inici i final: cota_1 i cota_2.
- Introducció manual de velocitat, acceleració i desacceleració.
- Informació d'estat del servodrive així com també un històric d'alarmes.
- Gràfica de control per visualitzar la posició, la velocitat, l'acceleració i la desacceleració.

Es realitzaran diverses pantalles per cada funcionalitat i totes aniran relacionades a una pantalla INICI.

5.9.4 Display.

Es crea 5 pantalles en total per al control del nostre eix: Inici, control, status, històric d'alarmes i gràfica de control. El procediment per crear pantalles serà el mateix per a cada una. L'únic que canviarà a cada pantalla creada és el nom de "Display", i el color de fons per diferenciar-les.

Per crear una pantalla cal anar a la pestanya "Displays" dins la carpeta de "Graphics" tal i com es veu a la figura 5.83.



Fig. 5.83 Accés a creació de pantalla display.

Es clica l'opció de “New” i apareixerà una pantalla en color blanc. El primer que s'ha de fer es un clic dret sobre el fons blanc i es clica “Display Settings”. Apareix les propietats tal i com es veu a la figura 5.84

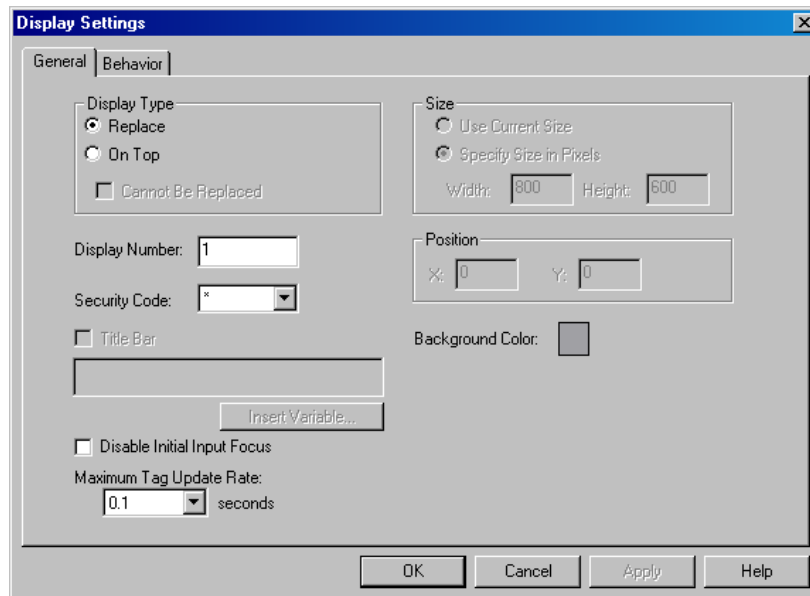


Fig. 5.84 Finestra de propietats del display.

Els paràmetres que es canviaran són el color de fons “Background Color” fent un clic sobre el quadrat de color escollint-ne un. A la opció de refresc màxim de tag per pantalla “Maximum Tag Update Rate” es posa que cada 0.1 segons apareix-hi el valor actual del tag del nostre programa per pantalla. Es clica OK i es tanca la pantalla, el programa preguntarà si es vol guardar el canvis fets i es clica que si. Seguidament es dona un nom a la pantalla, el qual serà Inici.

Així, la pantalla d'inici tindrà com a “Display Number” el nombre de pantalla com a 1. Es repeteix el mateix procés descrit fins ara per la pantalla de control la qual tindrà el nombre 2, la pantalla d'status el 3, pantalla d'històric d'alarmes la 4 i la pantalla de gràfica de control la 5. Totes amb un fons de color diferent i el mateix refresc de tag per pantalla.

5.9.5 Afegir Imatges.

Si es vol afegir imatges per fer una pantalla amb una visualització més formal i al gust de l'usuari, el què s'haurà de fer primerament és carregar les imatges al programa per més tard poder aplicar-les sobre el display corresponent. Per fer-ho s'ha d'anar a "Images" i fent clic dret es selecciona la opció afegir components a l'aplicació "Add Component Into Application" tal i com es veu a la figura 5.85.



Fig. 5.85 Accés per afegir imatges al display.

S'obrirà un directori i es busca la imatge al lloc on la tenim guardada de l'ordinador. El format de la imatge pot ser .jpg o .bmp. Es clica acceptar i es veurà com la imatge apareix juntament amb les que ja hi ha definides per defecte. En aquest cas, s'ha afegit una imatge de nom "Actuador" tal i com es pot veure a la figura 5.86

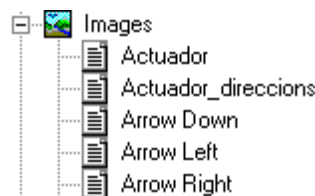


Fig. 5.86 Imatge carregada al programa.

Per afegir ara la imatge al display es va al menú i es clica a Object, Drawing i Image tal i com es veu a la figura 5.87.

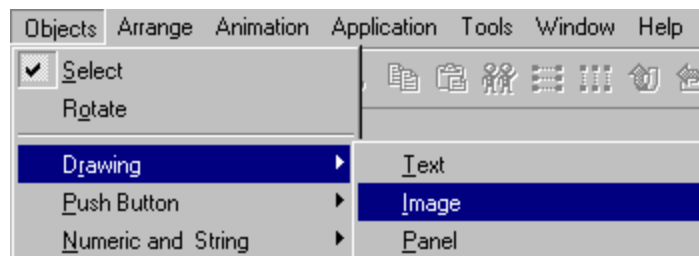


Fig. 5.87 Accés per afegir imatges al display.

5.9.6 Display Inici, aplicació del botons de navegació i sortida d'aplicació.

Fins ara ja es tenen les pantalles “Display” creades com també les imatges corresponents que s’han volgut aplicar.

Els botons de navegació permetran navegar per les pantalles creades, és a dir, la pantalla d’inici serà el menú per poder anar a les altres pantalles com el control, stauts, per consultar l’històric d’alarmes o la gràfica de control.

Aquest procediment és farà per igual a cada pantalla “Display” creada de tal forma que es pugui navegar fàcilment i consultar tot el que faci falta. Per fer-ho es va a Objects, Display Navigation i Goto tal i com s’observa a la figura 5.88.

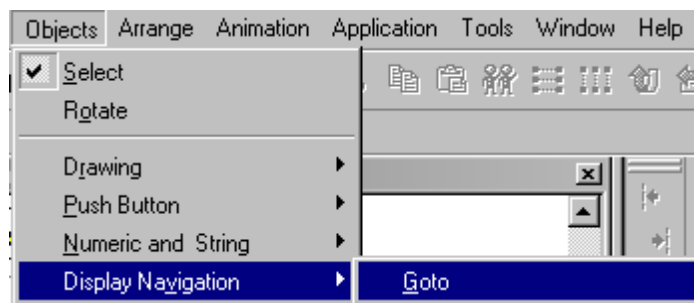


Fig. 5.88 Accés per al dibuix de botons de navegació.

Seguidament, dins a cada pantalla es dibuixarà el botó necessari per poder anar a la pantalla que volem. Un cop el botó sigui creat, amb el clic dret s’accedeix a les propietats.

Tal i com es veu a la figura 5.89, a la pestanya “General” dins la casella “Display settings” de “Display” es selecciona cap a quina pantalla es vol que es dirigeixi el botó que s’acaba de crear. Per altre banda, s’assignarà un nom al botó creat, el nom de la pantalla a la qual es vol dirigir l’usuari a la pestanya “Label” o etiqueta.

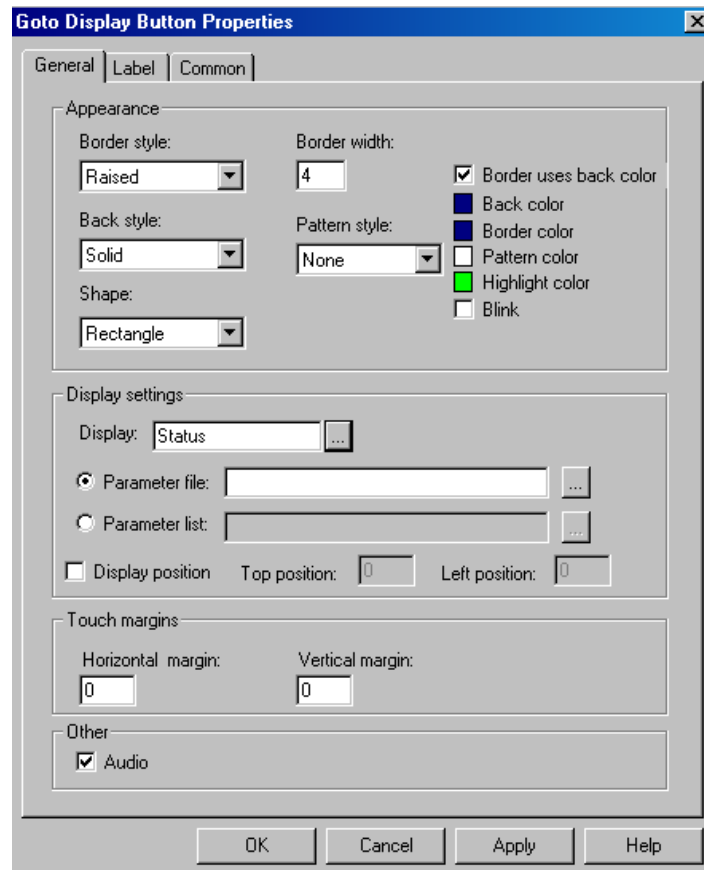


Fig. 5.89 Propietats botons de navegació.

Per exemple, tal i com es veu a la figura 5.89, s'ha creat un botó de navegació de nom "Status" i que es dirigirà a la pantalla "Display" de status.

Així doncs pantalla “Display” inici quedaria de la següent forma tal i com es veu a la figura 5.90.

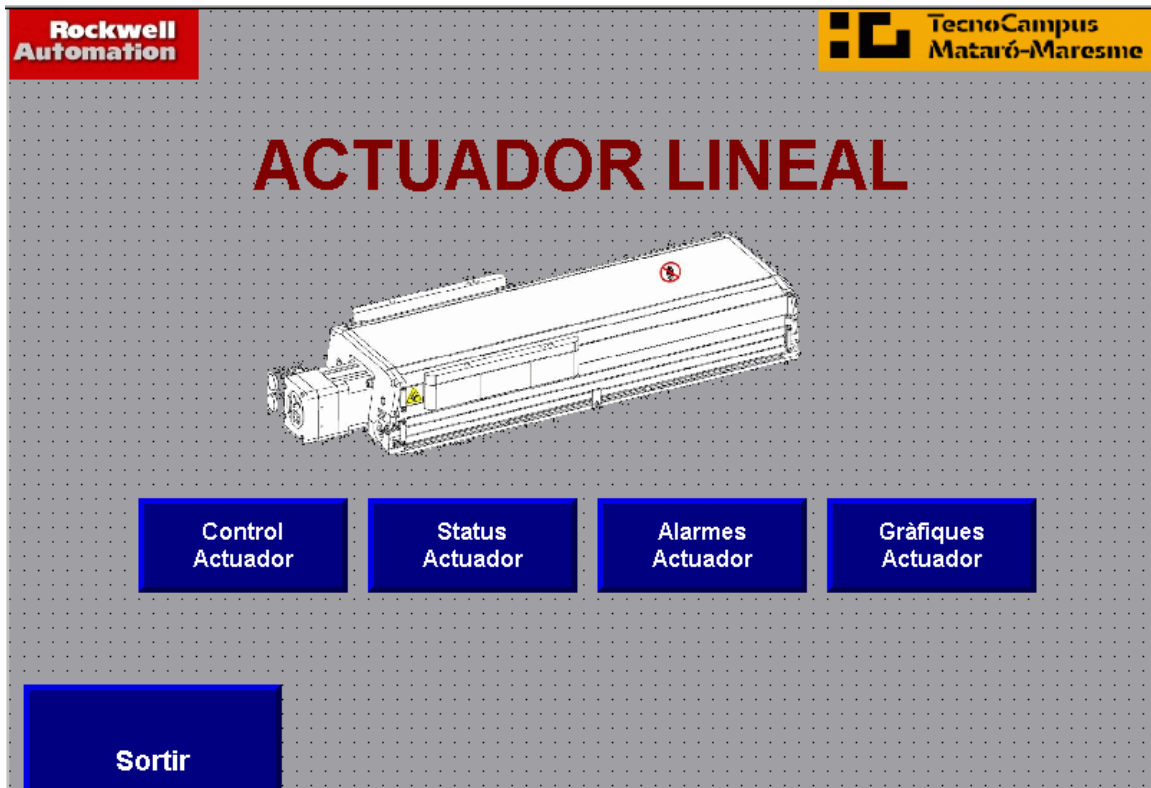


Fig. 5.90 Display Inici

Per últim, com es veu a la figura 5.90, és important posar un botó que fagi tancar l'aplicació. Es va al menú Objects, Advanced i a Shutdown i es posa a etiqueta “Label” el nom de Sortir.

5.9.7 Display de control.

El display de control servirà per visualitzar dades, entrar dades, deshabilitar i habilitar el servomotor, fer un home, resetejar i corregir les fallades com també habilitar els moviments jog positiu i negatiu i el moviment del vaivé. En aquest apart doncs s'explicarà:

- Com crear botons del tipus momentani i mantingut, modificar el seu color i posar un nom al botó, com per exemple, l'habilitació del motor.
- Com associar un tag, al botó creat.
- Com introduir un text per diferenciar les zones de control del display.
- Com introduir un petit display per visualitzar la dada en temps real i com introduir un petit display per entrar la dada que volem, per exemple, una determinada velocitat o acceleració.

Primer de tot es crea els botons per poder tenir accés a les entrades que faran moure el vis sense fi, és a dir, deshabilitar i habilitar el servomotor, fer un home, resetejar i corregir les fallades fer el moviment del vaivé i realitzar els moviments positius i negatius. Per crear un botó de tipus mantingut o momentani es va al menú, objects, push button, i es selecciona l'opció desitjada tal i com s'observa a la figura 5.91.

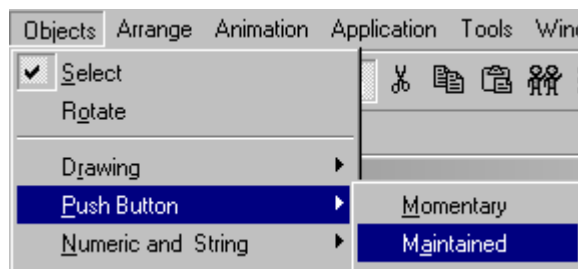


Fig. 5.91 Accés al botó Mantingut o Momentani.

Cal dibuixar un botó mantingut i 8 botons momentanis. Primer un cop s'ha dibuixat el botó mantingut, es fan dos clics per accedir a les seves propietats tal i com es veu a la figura 5.92.

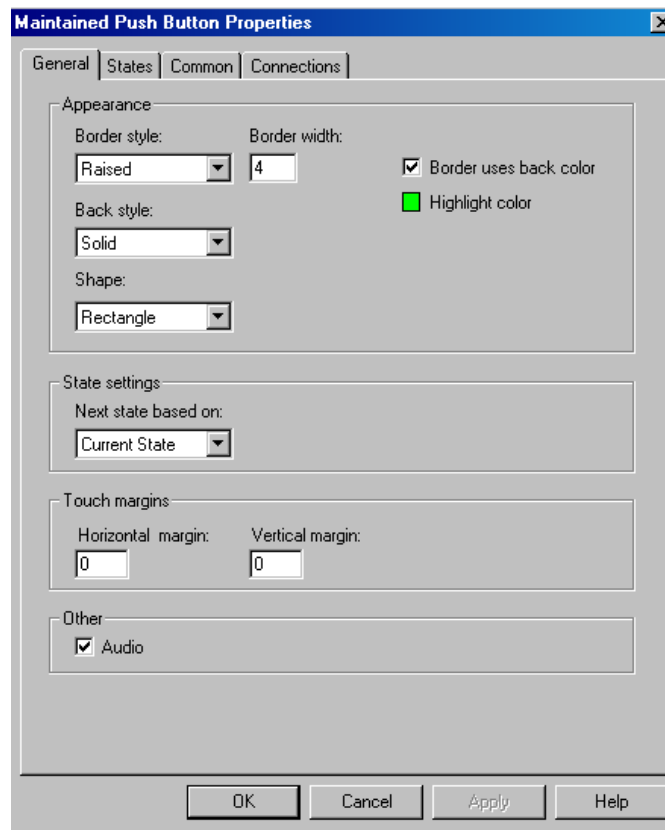


Fig. 5.92 Propietats botons mantinguts.

Es clica a la pestanya de estats “States” i dins d’ella apareix una finestra “Caption” per posar el nom del botó, el nom d’exemple que es proposa és el de Moviment vaivé, és a dir, serà el botó que donarà accés al moviment programat. El botó serà de tipus mantingut perquè quan l’usuari ho desitgi, torni a pitjar el botó perquè el moviment pari.

També es pot veure dins la pestanya de “States” la modificació del color del botó, el color de la lletra del nom del botó com també el seu comportament durant la seva execució tal i com es pot veure a la figura 5.93.

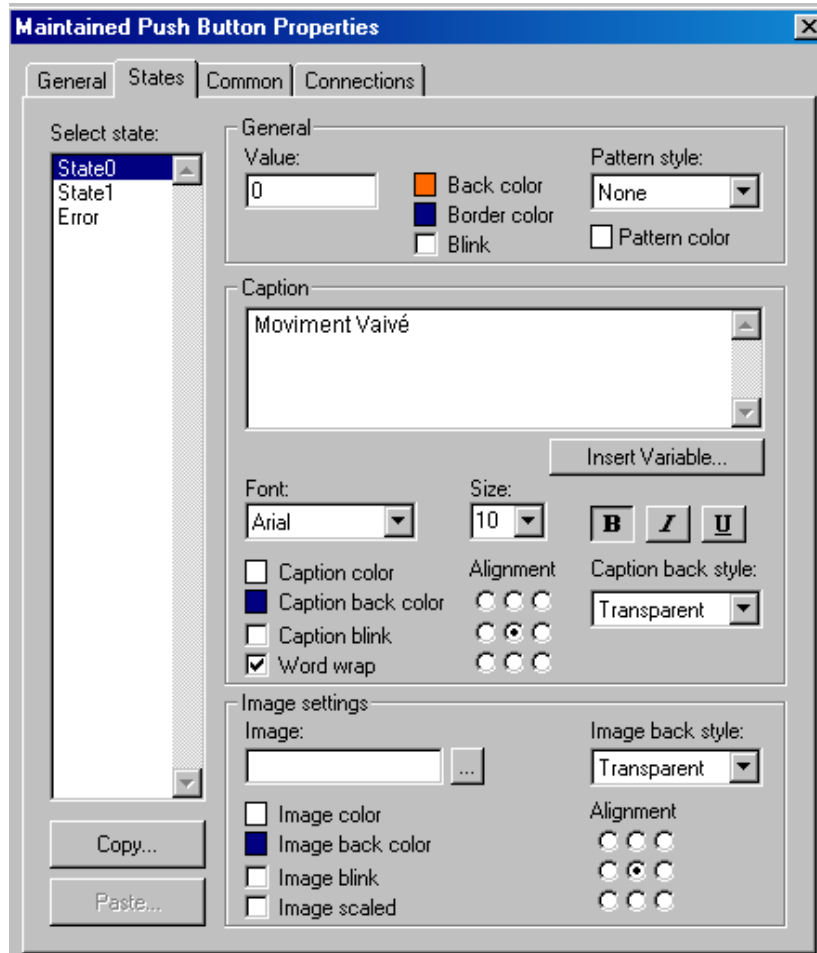


Fig. 5.93 Estats del botó mantingut.

Per últim, un cop el botó té un nom, dins les propietats del botó mantingut es va a la pestanya de connexions “Connections” per associar el tag d’entrada del programa al botó que s’acaba de crear, és a dir, la funció del botó tal i com es veu a la figura 5.94

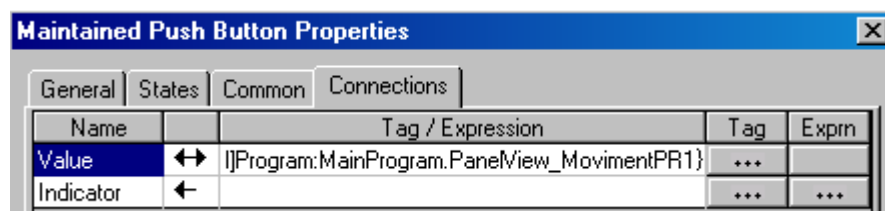


Fig. 5.94 Tag d’entrada associat al botó.

Per a fer-ho, cal anar a la pestanya de valor “Value” i es fa un clic als tres punts “ * * * ” tal i com es veu a la figura 5.94. Tot seguit s’obrirà una finestra on s’haurà de buscar el tag corresponent per assignar una utilitat al botó creat. Per exemple, com s’explica en aquest cas, es busca el tag creat per PanelView per realitzar el moviment del vaivé, el tag “PanelView_MovimentPR1”. Un cop es troba, es selecciona i es clica OK tal i com es veu a la figura 5.95.

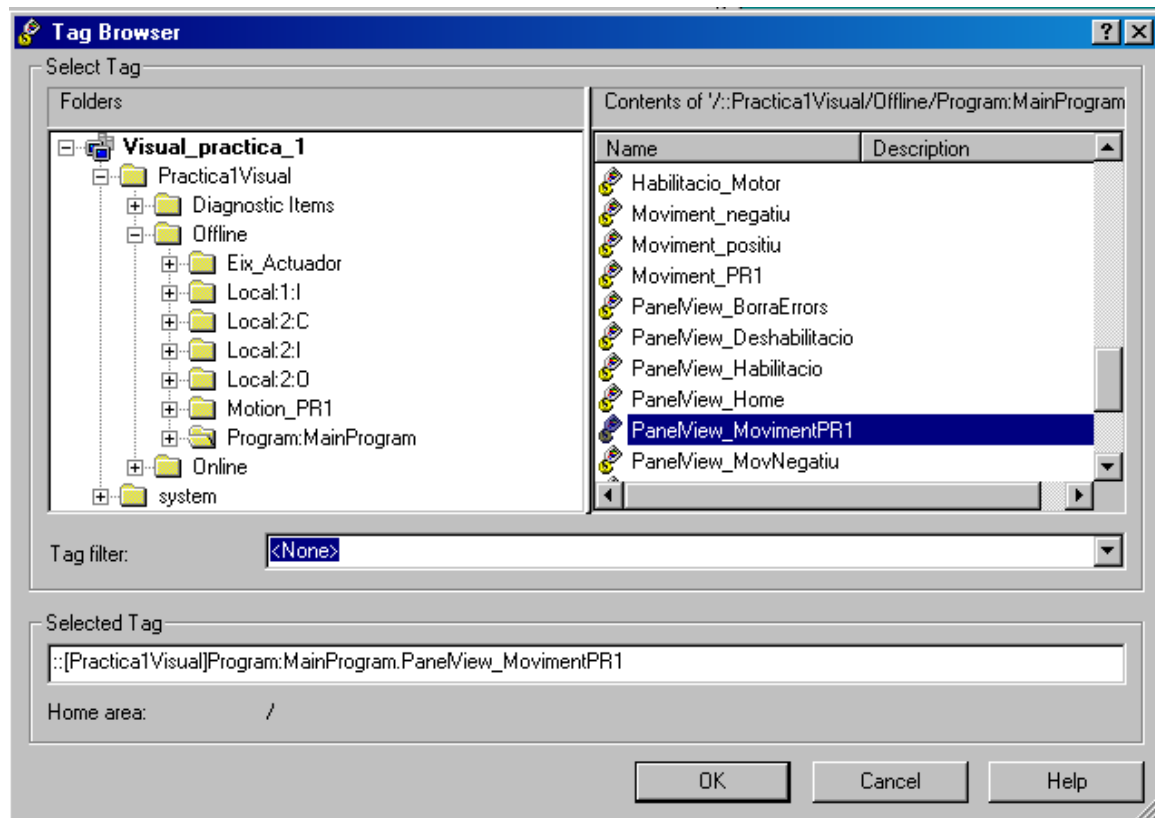


Fig. 5.95 Selecció del tag PanelView_MovimentPR1.

El procediment vist fins ara és només per crear el botó mantingut que donarà accés a l’execució del moviment del vaivé.

Ara però es repetirà el mateix procediment però amb el tipus de botó momentani. S’aplicarà per als botons de: habilitació del motor, deshabilitació de motor, el referenciat home, del reseteig de les fallades MASR i MAFR, la parada de l’eix MAS i els moviments Jog positius i negatius. Amb els botons momentanis es pretén que els estats de moviment quedin executats el temps que l’usuari estigui pitjant el botó, un cop el deixi anar, el bit de l’acció passarà de 1 a 0.

Un cop s'hagin dibuixat al display de control, s'entren els tags seguint el mateix procediment vist fins ara amb el botó mantingut "Maintained".

Ara per introduir un text al display i per diferenciar les zones de control, es va al menú del programa a objects, drawing, i text tal i com es veu a la figura 5.96.

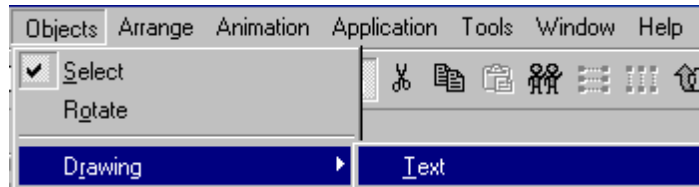


Fig. 5.96 Ruta d'accés d' introducció de text al display.

Es selecciona ara amb el cursor on es vol posar el text dins del display i s'obrirà una finestra on s'introduirà el text que es vulgui, un cop es modifiquin les propietats del text com ara el tipus de lletra o la grandària es clica OK tal i com es veu a la figura 5.97.

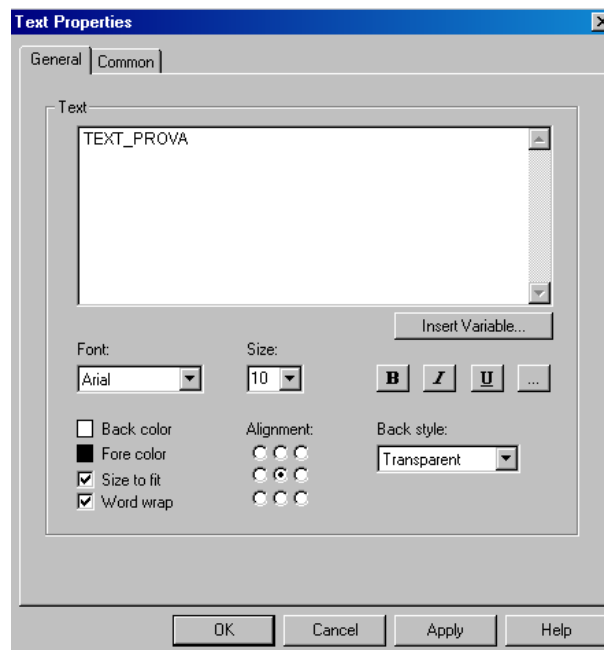


Fig. 5.97 Propietats del text.

Per altra banda, si ara el que es vol és visualitzar una dada en temps real, com ara la velocitat o l'acceleració, s'haurà de crear un petit display i associar-l'hi el tag corresponent per veure com canvia. Per crear el display es va al menú del programa a objects, numeric and String i es selecciona Numeric display tal i com es veu a la figura 5.98.

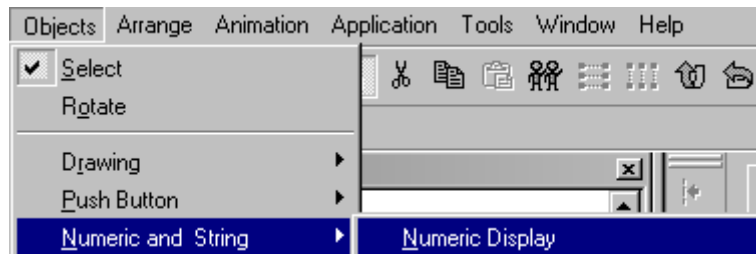


Fig. 5.98 Ruta accés Numeric Display.

Es dibuixa ara amb el cursor on es vol el “Numeric Display” de dades dins del display de control. Un cop situat el display per visualitzar les dades, s’obriran les propietats tal i com es veu a la figura 5.99.

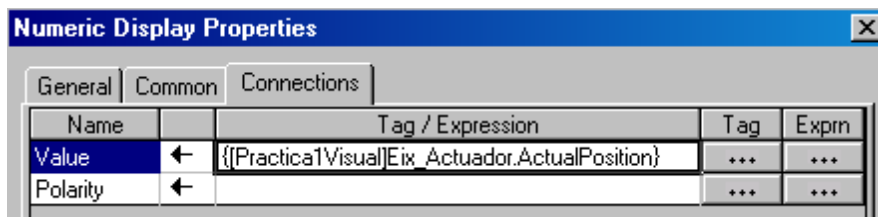


Fig. 5.99 Propietats Numeric Display.

Dins la pestanya de connexions “Connections” cal associar el tag a mostrar. Com anteriorment s’ha comentat, es fa un clic als tres punts just a sota de la paraula Tag i es busca el tag “Actual Position” desplegant la carpeta de l’eix creat al programa RSLogix 5000, “Eix_Actuador.” Tal i com es veu a la figura 5.100.

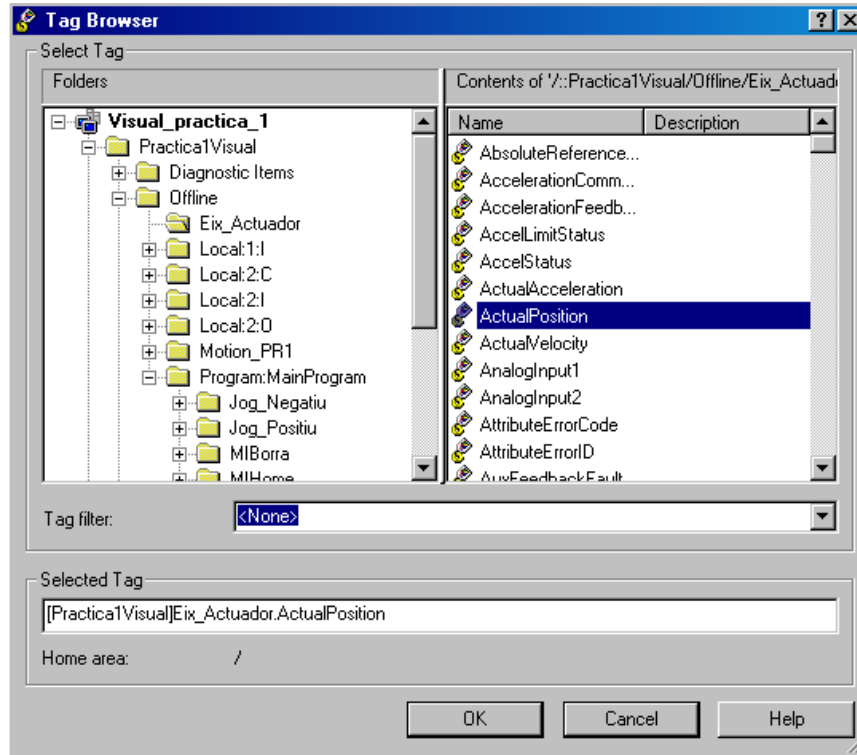


Fig. 5.100 Selecció del tag de posició actual “Actual Position”.

És molt important entendre que, si es vol veure per pantalla una posició, una velocitat, una acceleració o una desacceleració, s’han d’anar a buscar els tags propis d’un eix creat al programa RSLogix 5000, és a dir, dins la carpeta “Eix_Actuador” tal i com es veu a la figura 5.101.



Fig. 5.101 Carpeta de tags pròpis de l’eix creat.

Es repeteix aquest procediment ara per veure en temps real la velocitat, acceleració i la desacceleració de l’eix. Aquests seran, ActualAcceleration, ActualVelocity i ActualDesacceleration.

Si es vol modificar el valor d'un tag creat per l'usuari com per exemple, una cota, una velocitat, una acceleració o una desacceleració, es crea un Numeric Input Cursors Point. Per dibuixar el display numèric de canvi de dada del tag cal anar al menú, objects, Numeric and String i es selecciona Numeric Input Cursors Point tal i com s'observa a la figura 5.102.

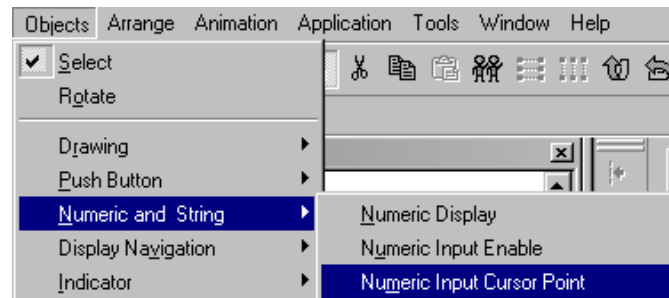


Fig. 5.102 Ruta accés Numeric Input Cursors Point.

Es dibuixa el Numeric Input Cursors Point a la zona de la pantalla de control que es vulgui. Un cop situat, s'obriran les propietats i a connexions "Connections" s'assigna el valor del tag tal i com es veu a la figura 5.103 com, per exemple, el tag creat per l'usuari al programa RSLogix 5000 que determinarà la acceleració de l'eix desitjada "acceleració_manual"



Fig. 5.103 Propietats Numeric Input Cursors Point.

El tag a associar és tal i com es veu a la figura 5.104.

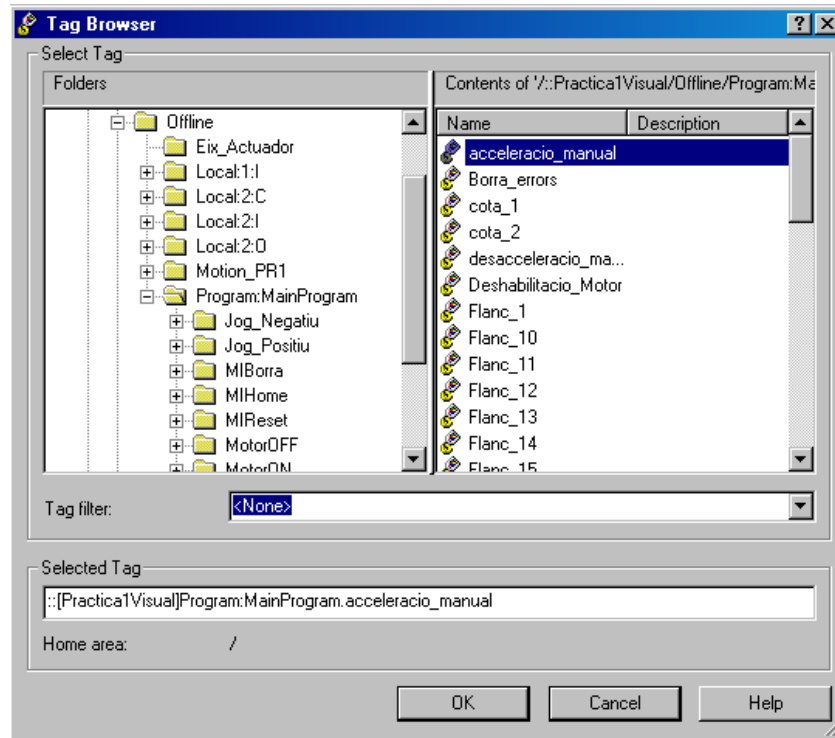


Fig. 5.104 Selecció de tag “acceleració_manual”

S’ha seleccionat un tag creat per l’usuari com és l’acceleració_manual i s’ha anat a la carpeta del programa per trobar-lo tal i com es pot veure a la figura 5.105.



Fig. 5.105 Carpet de tags propis creats per l’usuari

Es repetirà aquest procés per cada tag creat com velocitat_manual, desacceleració manual, visualització i canvi de les cotes 1 i 2, sempre seguint el mateix exemple fins ara explicat.

Al final, quedarà una pantalla de control de l'actuador amb el següent aspecte tal i com es veu a la figura 5.106.

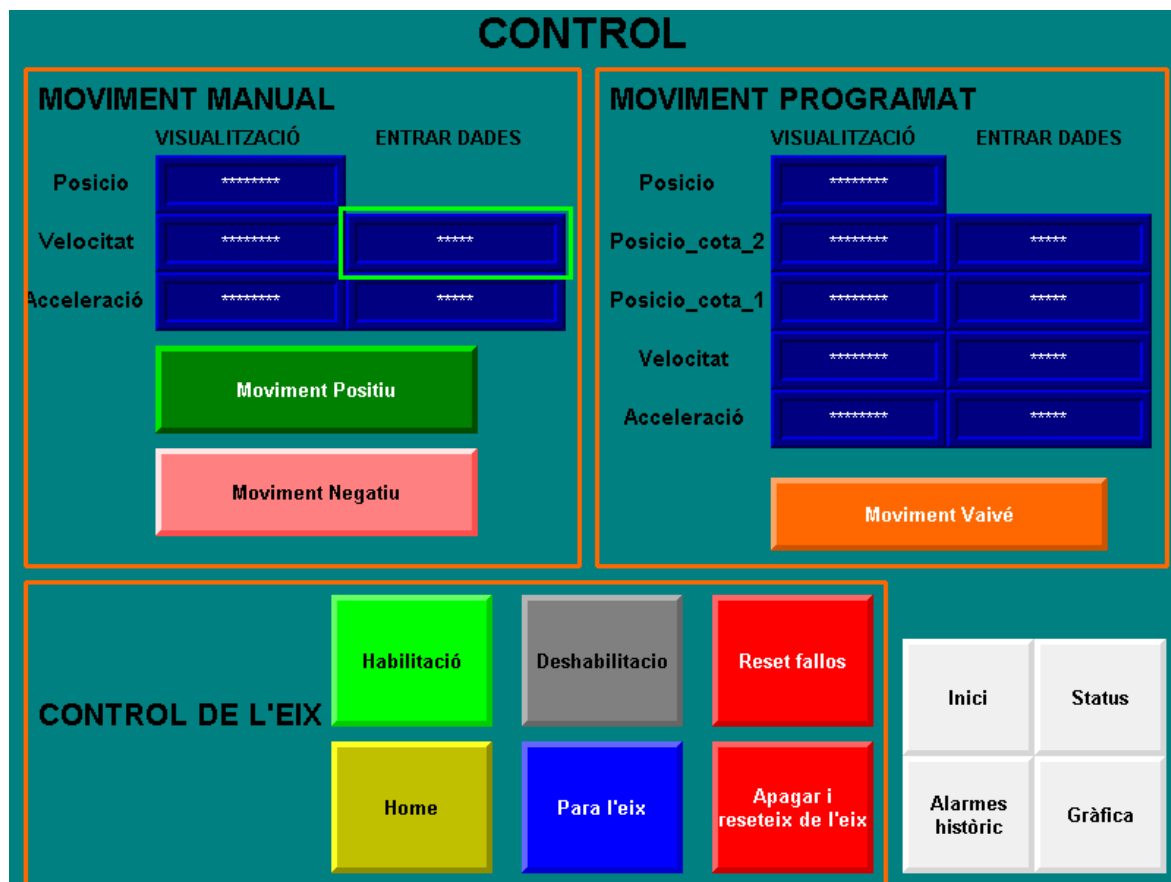


Fig. 5.106 Display Control

Com a cada display, s'han de crear uns botons de navegació ja explicats al punt 5.9.6 per poder accedir a les diferents pantalles del PanelView.

5.9.8 Display d'alarmes.

La idea principal d'aquesta pantalla, es la notificació dels errors que pugui tenir el hardware del sistema.

Dins el programa RSLogix 5000 es crea un nou tag però aquest cop es crearà dins la carpeta del controlador "Controller". El tag serà de tipus (Data type) DINT i s'especificarà el nom de "alarmes_1" tal i com es veu a la figura 5.107. El motiu de crear ara aquest tag és per poder passar un avís d'error des del programa RSLogix 5000 a la pantalla de control PanelView.

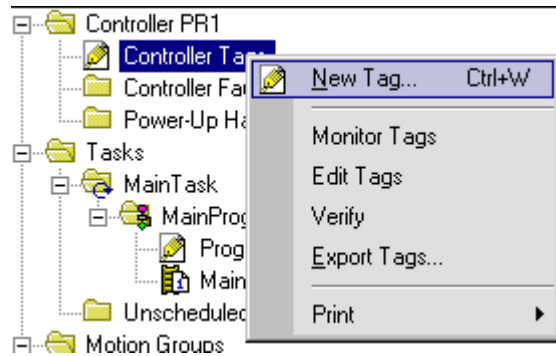


Fig. 5.107 Creació de tag d'alarmes.

A “Main Routine”, la interfície lògica, es dibuixarà 8 entrades com s’ha fet fins ara (veure fig. 5.49). Es fan dos clics sobre una d’elles i es buscarà l’eix creat, “Eix_Actuador. Al desplegar la opció de “Eix_Actuador” i seguidament l’apartat “Axis Faults” es veuran tags de tipus BOOL (booleans) els quals es posen a 1 quan existeix un error físic a l’eix per exemple, Eix_Actuador.PhysicalAxisFault tal i com es veu a la figura 5.108.

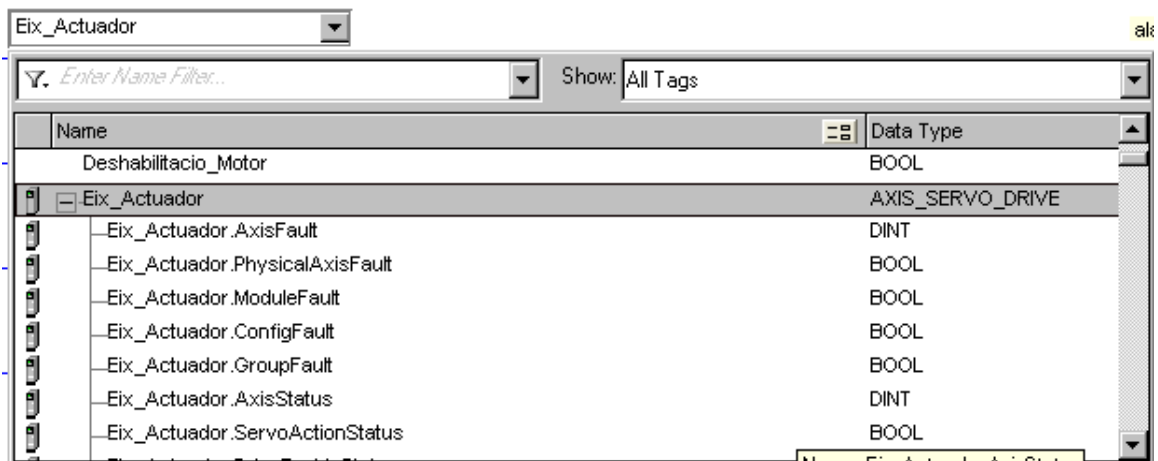


Fig. 5.108 Tags de fallades de l’eix.

Per cada entrada dibuixada es col·locarà un tag booleà de la llista de fallades de l’eix de la figura 5.108. Per exemple, el tag booleà, Eix_Actuador.PhysicalAxisFault seria la primera entrada dibuixada a la línia de programació, Eix_Actuador.ModuleFault seria la següent, i així successivament.

Seguidament, al costat de cada entrada i dins de la mateixa línia de programació a “Main Routine”, es posarà una representació d’un pilot lluminós que tindrà l’efecte d’encendre’s quan un dels tags de la figura 5.108 tingui el bit igual a 1, és a dir, quan existeixi l’error. Es pot trobar la representació d’aquest pilot al menú del programa tal i com es pot veure a la figura 5.109.

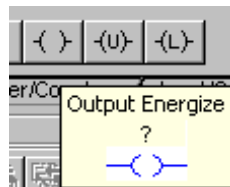


Fig. 5.109 Representació pilot lluminós.

Com s’ha fet a les entrades per associar-les als interruptors de la maqueta, ara es fan dos clics sobre la representació del pilot lluminós i es va a buscar el tag creat anteriorment com “alarmes_1”. Dins d’aquest, es desplega la fletxa al costat de DINT i, com s’ha comentat, apareixeran un seguit d’entrades tal i com es veu a la figura 5.110.

| Enter Name Filter... | | Show: All Tags |
|----------------------|-----------|----------------|
| Name | Data Type | |
| alarmes_1 | DINT | |
| 0 | 1 | 2 |
| 3 | 4 | 5 |
| 6 | 7 | 8 |
| 9 | 10 | 11 |
| 12 | 13 | 14 |
| 15 | 16 | 17 |
| 18 | 19 | 20 |
| 21 | 22 | 23 |
| 24 | 25 | 26 |
| 27 | 28 | 29 |
| 30 | 31 | |
| | | BOOL |
| | | REAL |
| | | REAL |
| | | REAL |
| | | REAL |

Fig. 5.110 Entrades tag “alarmes_1”.

Es selecciona que Eix_Actuador.PhysicalAxisFault sigui el bit 0 del tag “alarmes_1” de la figura 5.110.

Es repeteix el mateix procés per crear les demés entrades de la figura 5.108 juntament amb la representació del pilot lluminós assignant’-hi una entrada del tag “alarmes_1”. Si Eix_Actuador.PhysicalAxisFault era el bit 0 del tag “alarmes_1” quedant “alarmes_1.0” ara la següent alarma tindrà el bit 1 d’“alarmes_1”, quedant “alarmes_1.1”.

La programació quedarà segons s'observa a la figura 5.111.

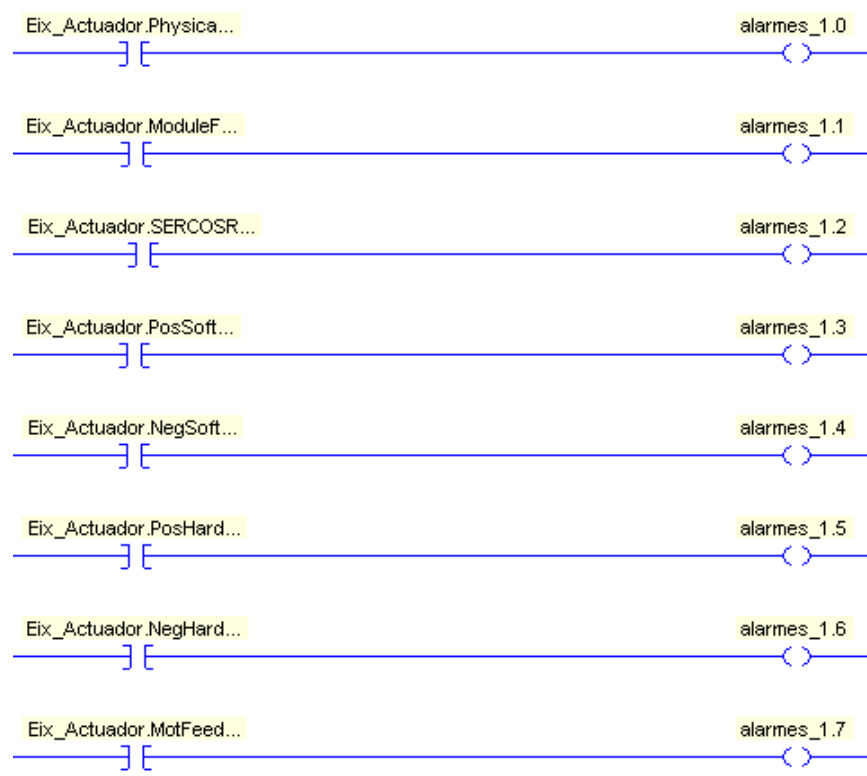


Fig. 5.111 Línies de programació de detecció de fallades de l'eix.

Ara cal notificar aquestes alarmes creades del programa RSLogix 5000 al programa Factory Talk View Machine Edition per tal que surtin per pantalla. Per fer-ho cal fer dos clics a "Alarm Setup" al programa d'edició de pantalles tal i com es veu a la figura 5.112.



Fig. 5.112 Icona configuració d'alarmes.

Apareixerà la finestra de configuració d'Alarm Setup" i es podran veure tres pestanyes: Triggers, Messages i Advanced. Cal fixar-se en la pestanya de "Triggers", és a dir, disparadors. Es fa un clic a Add.. tal i com es veu a la figura 5.113.

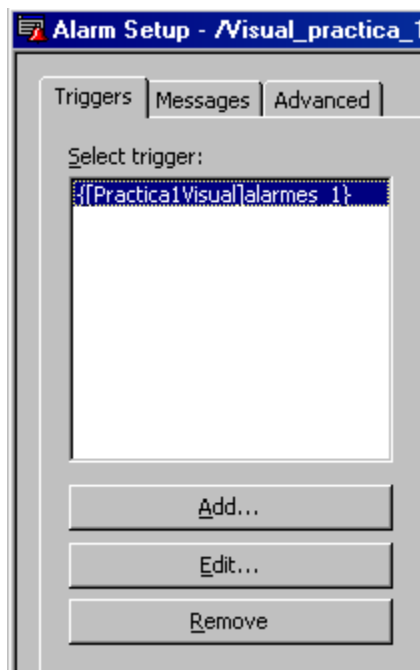


Fig. 5.113 Finestra de configuració d'alarmes, Triggers.

S'obrirà una finestra i es buscarà el tag creat com "alarmes_1" i es clica OK tal i com es veu a la figura 5.114.

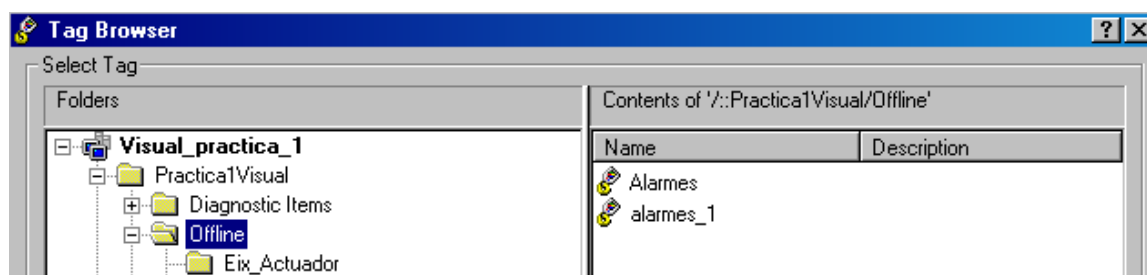


Fig. 5.114 Selecció del tag alarmes_1.

Ara ja és té carregat el tag creat com “alarmes_1” a la finestra de configuració d’alarmes. Cal anar a la pestanya missatges “Messages” i s’aniran introduint les alarmes fent un clic a cada casella en blanc tal i com es veu a la figura 5.115.

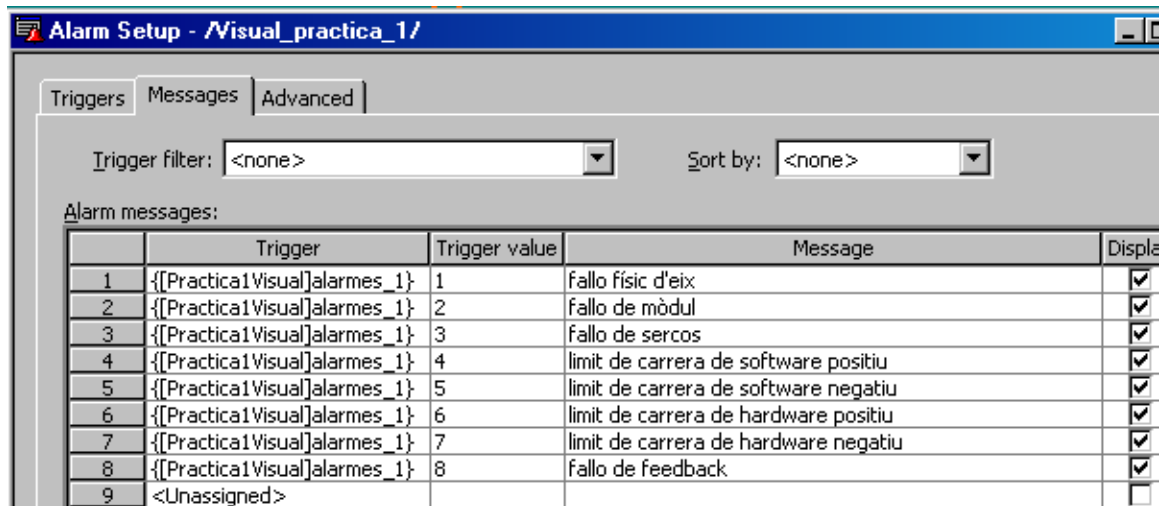


Fig. 5.115 Finestra de configuració d’alarmes, Messages.

El valor de disparador “Trigger value” que s’observa a la figura 5.115 es començarà per 1, no per 0 ja que el programa no identifica el primer bit d’alarma com a 0. Es posarà també un missatge de què significa cada alarma perquè un cop es tingui una fallada a l’eix, surti el missatge corresponent. Es poden veure les 8 entrades d’alarmes creades anteriorment.

Per últim cal anar a la pestanya d’”Advanced” per associar el display que ens apareixerà un cop sorgeixi l’alarma notificant l’error. Dins a “Display” a “Current alarms” es busca el display [ALARM] tal i com es veu a la figura 5.116. Un cop seleccionat es clica a “Edit” i apareixerà el display [ALARM] creat pel propi programa d’edició de pantalles, es modifiquem els botons que estarà en anglès.

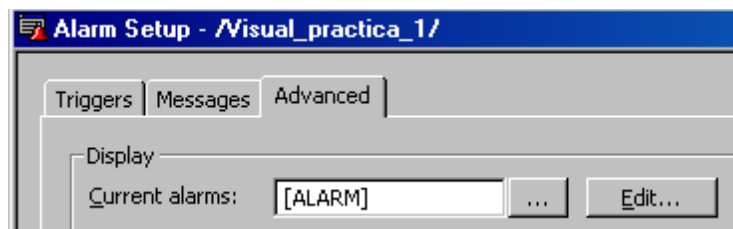
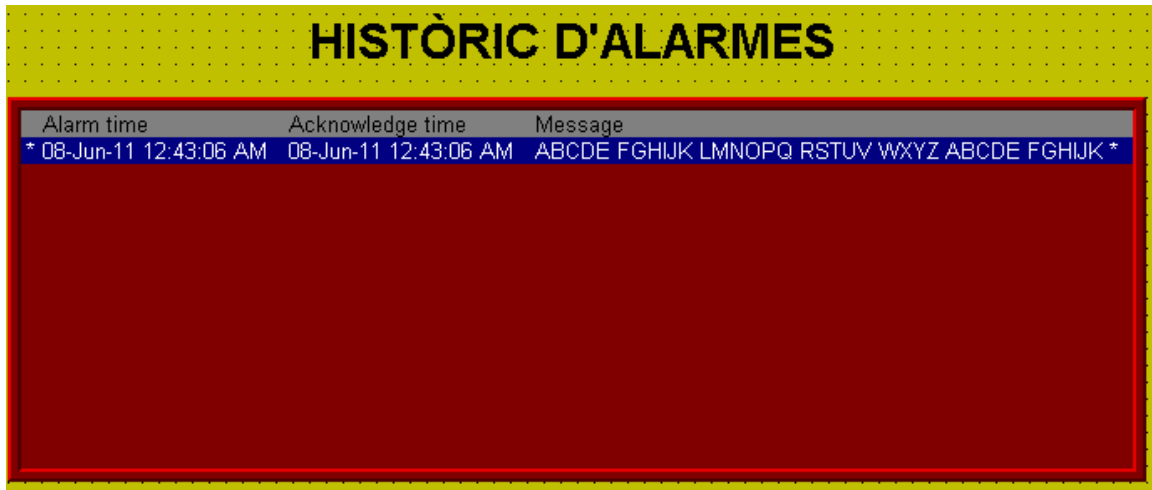


Fig. 5.116 Finestra de configuració d’alarmes, Advanced.

Ara cal anar al display creat anteriorment com “Alarmes_històric” per tenir un resum de les alarmes que han anat succeïnt. Per dibuixar una pantalla que guardi l’històric cal anar al menú del programa, a objects, advanced, alarm i seleccionar alarm list.

El display d’històric d’alarmes quedarà segons s’observa a la figura 5.117.



| Alarm time | Acknowledge time | Message |
|-------------------------|-----------------------|---|
| * 08-Jun-11 12:43:06 AM | 08-Jun-11 12:43:06 AM | ABCDE FGHIJK LMNOPQ RSTUV WXYZ ABCDE FGHIJK * |

Fig. 5.117 Display històric d’alarmes.

Com sempre, cal es posarà també els botons de navegació per accedir als demés displays.

5.9.9 Display status.

Aquesta pantalla servirà per comprovar l’estat de l’eix. S’indicarà amb pilots lluminosos l’estat per exemple del llaç de SERCOS com també si el servodrive està preparat per operar o no.

Dins del display creat amb nom “Status”, es dibuixaran els pilots lluminosos per assignar-hi després un tag. Per dibuixar-los es va al menú del programa, a objects, drawing i es clica a ellipse tal i com es pot veure a la figura 5.118.

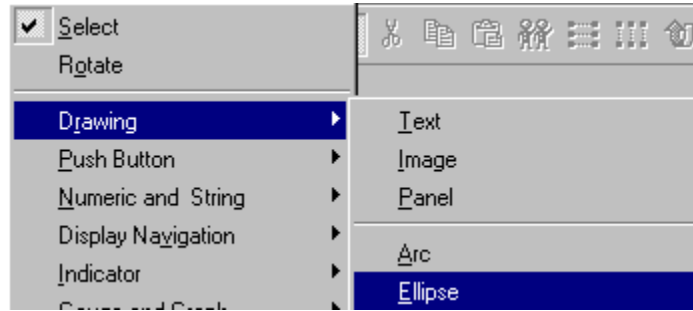


Fig. 5.118 Ruta accés per al dibuix de pilots lluminosos.

Un cop dibuixats els pilots es fa un clic dret i es clica a “Animation” i a “Color”. Apareix la següent finestra tal i com es veu a al figura 5.119.

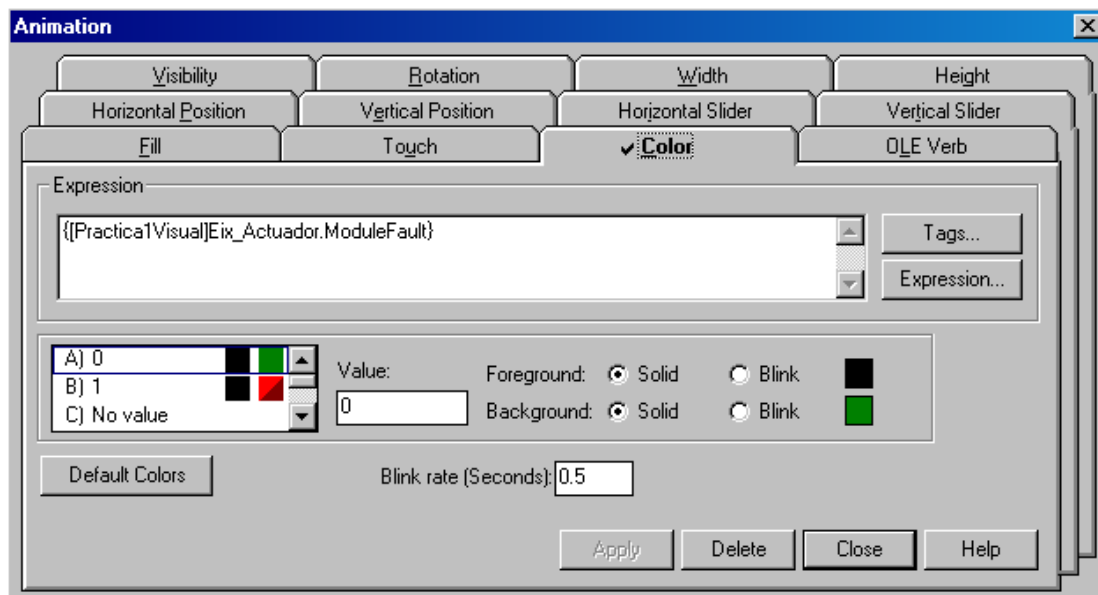


Fig. 5.119 Configuració d'animació dels pilots lluminosos.

Per donar una funció al pilot es clica a Tags... i es busca el desitjat per l'usuari dins la carpeta de “Eix actuator”. Es pot canviar el color quan una acció de l'eix succeeixi. Com es veu a la figura 5.119, s'ha associat un tag anomenat .ModuleFault, és a dir, quan es doni aquesta acció, error del mòdul, el pilot lluminós es posarà de color vermell, amb el bit a 1, mentre que si no passa, tindrem el pilot de color verd, el bit a 0 .

Per acabar s'introdueix un text al costat cada pilot lluminós per saber el seu significat. El display tindrà el següent aspecte tal i com es veu a la figura 5.120.

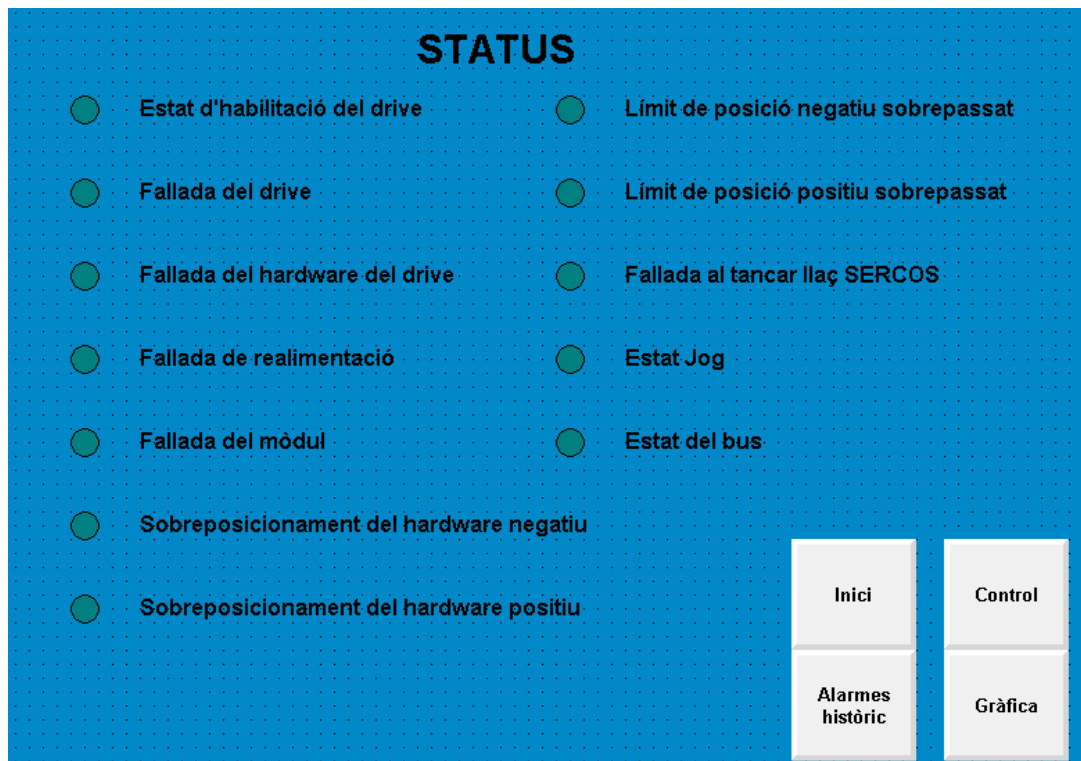


Fig. 5.120 Display Status.

5.9.10 Display gràfica.

Aquest display permetrà veure per gràfica els tags de la posició actual, la velocitat actual i l'acceleració actual. Un cop el display és creat, primer de tot es dibuixarà una gràfica, s'associaran els tags necessaris i per acabar es dibuixaran uns botons per gestionar i veure els paràmetres que es vulgui.

Per dibuixar la gràfica es va al menú, a object, trending i seleccionem trend tal i com s'observa a la figura 5.121.

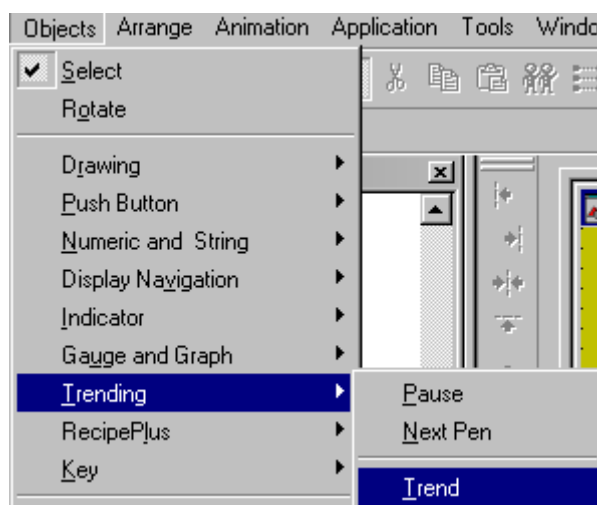


Fig. 5.121 Ruta accés al dibuix de la gràfica.

Un cop la gràfica és dibuixada, es fa doble clic sobre d'ella i s'accedeix a les seves propietats on s'assignaran els tags a mostrar a la gràfica. A la pestanya de connexions "Connections" es posen tres tags: posició actual (ActualPosition), velocitat actual (ActualVelocity) i acceleració actual (ActualAcceleration) tal i com es veu a la figura 5.122.

| Trend Object Properties | | | | |
|---|---|--|-----|-------|
| General Display Pens X-Axis Y-Axis Common Connections | | | | |
| Name | | Tag / Expression | Tag | Exprn |
| Pen 1 | ← | {{Practica1\Visual\Eix_Actuador.ActualPosition}} | ... | ... |
| Pen 2 | ← | {{Practica1\Visual\Eix_Actuador.ActualVelocity}} | ... | ... |
| Pen 3 | ← | {{Practica1\Visual\Eix_Actuador.ActualAcceleration}} | ... | ... |

Fig. 5.122 Finestra configuració de gràfiques, Connections.

Un cop es tinguin els tags de l'eix associats a connexions es fa un clic a la pestanya "Pens" tal i com s'observa a la figura 5.122.

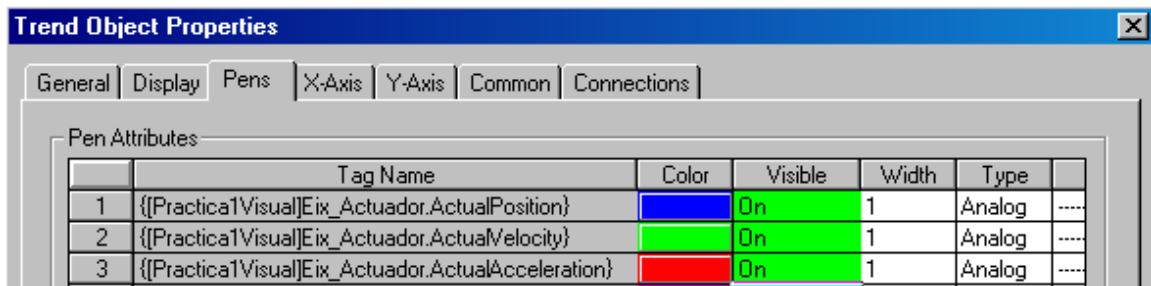


Fig. 5.123 Finestra de configuració de gràfiques, Pens

Es veurà que els tags assignats a la pestanya "Connections" apareixeran a la pestanya "Pens". Es selecciona un color per representar-los i diferenciar-los a la gràfica i es clica a la pestanya "Visible" perquè és mostrin a la gràfica.

Ara, per gestionar i veure els diferents valors a la gràfica, es crea 4 botons. Un que vagi canviant de tag a mostrar a la gràfica a l'eix Y, dos més per desplaçar l'eix X de la gràfica per veure el resultat i un altre per pausar la gràfica.

Per veure el canvi de variable a l'eix Y de la gràfica es dibuixa un botó anomenat "Next Pen", es troba al menú del programa, a objects, trending i es clica a "Next Pen". Un cop dibuixat, dins la pestanya d'etiqueta "Label" s'introdueix el nom de "Següent tag".

Per desplaçar la gràfica a l'esquerra o a la dreta per veure el resultat obtingut es dibuixen dos botons, un per moure la gràfica a l'esquerra i un altre a la dreta. Per a fer-ho es va al menú del programa, a objects, Key i es clica a "Move Left" per moure a l'esquerra i a "Move Right" per moure a la dreta. Un cop dibuixats, es posa un text a sota del botó indicant el seu sentit del moviment.

Per últim, es configurarà un botó que servirà per pausar la gràfica. Per a fer-ho es va un cop més al menú del programa, a objects, trending i es clica a Pause. Un cop dibuixat s'introdueix també un nom al botó.

El quadre de control de la gràfica quedaria de la següent forma tal i com s'observa a la figura 5.124.



Fig. 5.124 Controls de la gràfica de control

Per últim, es dibuixaran tres “Numeric display” (veure figura 5.94) per veure el valor del tag que s'està veient a la gràfica. Com s'ha comentat, a cada “Numericdisplay” s'imposarà el tag de la posició, velocitat i acceleració posant també el color apropiat.

El display de gràfica de control quedaria de la següent manera tal i com es pot veure a la següent figura 5.125.



Fig. 5.125 Display Gràfica de Control.

5.9.11 Descarregar el programa al panell.

És l'últim pas abans de descarregar l'aplicació al panell de visualització. Però és totalment recomanable fer un testeig de l'aplicació creada des de l'estació de treball, des de l'ordinador. Per comprovar que tot funciona, primer cal posar el programa de l'RSLogix 5000 en línia, és a dir, carregar el programa a la CPU del CompactLogix tal i com s'ha comentat al punt 5.8. Seguidament per realitzar ara el test cal anar al menú del programa d'edició de pantalla i clicar a la icona tal i com es veu a la figura 5.126.



Fig. 5.126 Icona “Test Application”, testeig de l'aplicació.

Automàticament, el programa carregarà l'aplicació feta fins ara i es podrà practicar cada funció del display des de l'ordinador.

Un cop l'aplicació funciona és hora de descarregar-ho al panell de visualització PanelView. Per a fer-ho cal anar al menú del programa i seleccionar l'opció especificada tal i com es veu a la figura...

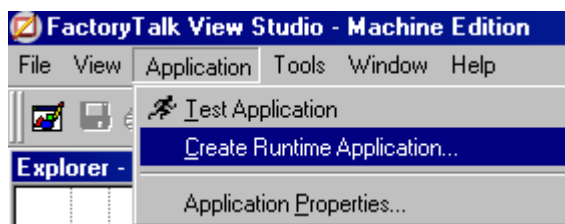


Fig. 5.127 Creació Runtime de l'aplicació.

Seguidament, el programa preguntarà on es vol guardar l'arxiu .mer de l'aplicació ja feta i testejada, ja que després farà falta anar a buscar l'arxiu especificat per tal que pugui ser carregat al panell de visualització.

Ara cal anar al menú del programa i seleccionar la opció “Transfer Utility” tal i com es veu a la figura 5.128.

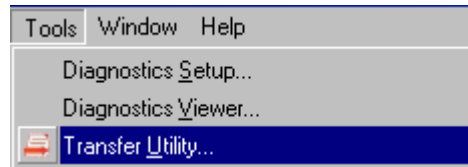


Fig. 5.128 Ruta accés opció “Transfer Utility”.

S’obrirà la finestra de propietats de la opció “Transfer Utility”. Dins la pestanya “Source File” es localitza l’arxiu prèviament guardat per l’usuari. Un cop s’ha especificat la ruta d’accés, cal fixar-se en la pestanya “Select destination terminal” la qual apareix el menú de connexionat de l’RSLinx. Es selecciona la icona del “PanelView” amb la IP assignada i finalment es clica a “Download” per carregar l’aplicació tal i com es veu a la figura 5.129.

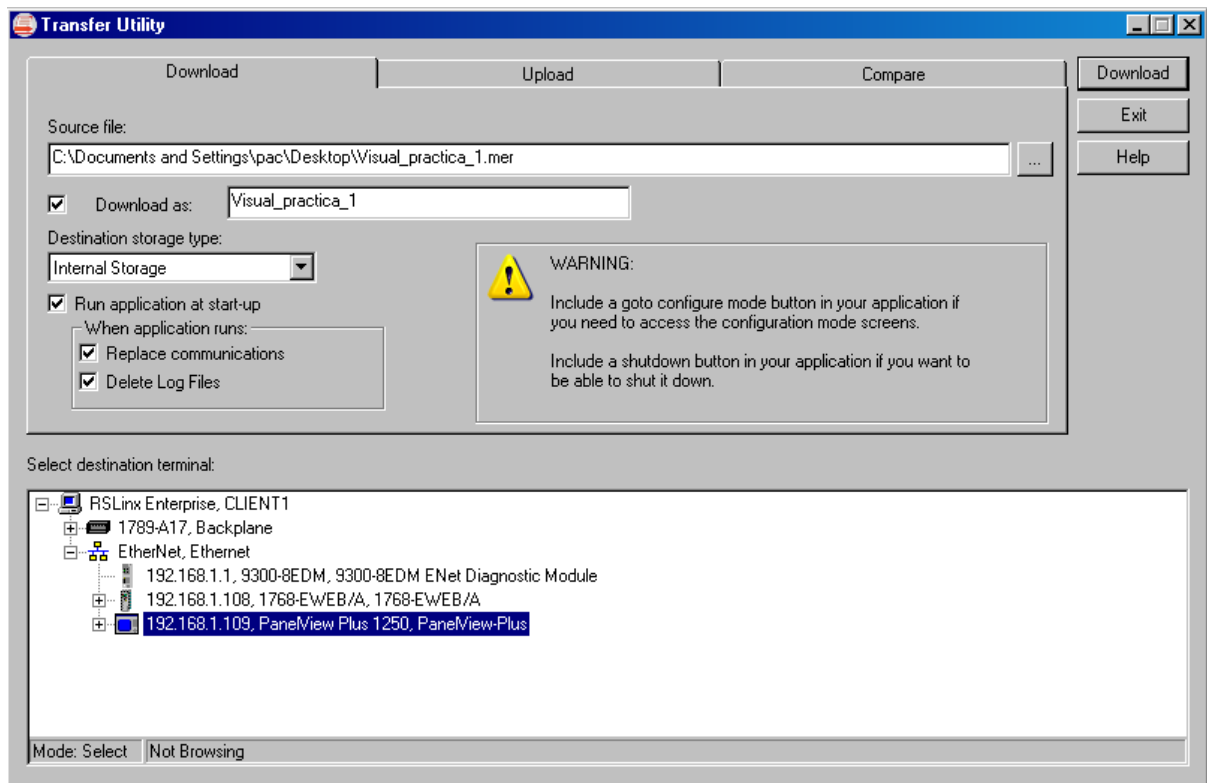


Fig. 5.129 Finestra de propietats de Transfer Utility.

6 Estudi Econòmic.

En aquest apartat s'inclourà bàsicament les despeses de material bàsic i necessari per al bon funcionament de la documentació realitzada fins ara i per al seu bon ús.

Cal remarcar altres despeses com el cost de realització de la documentació com també el seu cost administratiu i material tècnic utilitzat per al seu disseny.

6.1 Cost del material.

| <u>Referència</u> | <u>Descripció</u> | <u>Quantitat</u> | <u>Preu Unitari (€)</u> | <u>Total (€)</u> |
|---|--|------------------|-------------------------|------------------|
| <i>Components controlador programable (PLC) CompactLogix</i> | | | | |
| 1768-L43 | Processador CompactLogix (CPU) amb 2 Mb de memòria | 1 | 2700 | 2700 |
| 1769-IQ32 | Mòdul de 32 entrades digitals | 1 | 310 | 310 |
| 1769-OB32 | Mòdul de 32 sortides digitals | 1 | 376 | 376 |
| 1769-ECR | Tapa final dreta per CompactBus | 1 | 24,90 | 24,90 |
| 1768-PA3 | Font d'alimentació 120/240 VAC INPUT, 3.5A 24VDC | 1 | 316 | 316 |
| 1768-M04SE | Mòdul d'interfície SERCOS per CompactLogix | 1 | 544 | 544 |
| 1768-EWEB | Mòdul Ethernet per CompactLogix | 1 | 1070 | 1070 |
| 9300-8EDM | Mòdul switch Ethernet de 8 entrades | 1 | 980 | 980 |
| Total cost Components controlador programable (PLC) CompactLogix | | | 6320,9 € | |

| <i>Servodrive ULTRA 300 SE i complements</i> | | | | |
|---|---|---|------------------|--------|
| 2090-SCEP1-0 | Cablejat Fibra òptica per transmissió SERCOS | 2 | 72,30 | 144,60 |
| 2090-U3BB2-DM44 | Mòdul per a connexionat de 44 pins, CN1, ultra 3000 SE | 2 | 90,90 | 181,80 |
| 2098-DSD-005-SE | Mòdul servodrive digital ultra 3000 amb SERCOS, 0,5 kW 220 V | 1 | 1366 | 1366 |
| Total cost Servodrive ULTRA 300 SE i complements. | | | 1692,4€ | |
| <i>Accionament mecànic, cables alimentació i feedback</i> | | | | |
| MPAS-A60661-V05S2A | Accionament mecànic vis sense fi | 1 | 6880 | 6880 |
| 2090-XXNPMF-16S01 | Cable de potència | 1 | 131 | 131 |
| 2090-XXNPMF-S01 | Cable de feedback | 1 | 175 | 175 |
| Total cost Accionament mecànic, cables alimentació i feedback. | | | 7186 € | |
| <i>Interrupctors</i> | | | | |
| 140M-C-AFA11 | Bloc de contacte auxiliar- C, -D, -F, muntatge frontal – 1NA -1NT | 1 | 7,90 | 7,90 |
| 140M-C2E-B25 | Interrupctor magneto tèrmic bipolar | 2 | 60,60 | 121,20 |
| Total cost Interrupctors. | | | 129,1 € | |
| TOTAL COST DEL MATERIAL | | | 15328,4 € | |

6.2 Costos de recursos humans.

| <u>Concepte</u> | <u>Hores</u> | <u>Preu/hora (€)</u> | <u>Total (€)</u> |
|---------------------------------------|--------------|----------------------|------------------|
| Disseny i programació | 56 | 70 | 3920 |
| Muntatge i preparació de la maqueta | 20 | 35 | 700 |
| Supervisió del disseny de programació | 40 | 70 | 2800 |
| Redacció de la memòria | 80 | 25 | 2000 |
| TOTAL RECURSOS HUMANS | | 9420 € | |

6.3 Amortització equips i software.

| <u>Equip utilitzat</u> | <u>Hores d'utilització</u> | <u>Preu/hora €</u> | <u>Total €</u> |
|---------------------------------------|----------------------------|--------------------|------------------|
| <u>Equips i programari informàtic</u> | | | |
| Ordinador | 230 | 0,50 | 115 |
| Software RSLogix 5000 | 175 | 1,5 | 306,25 |
| Software RSLinx | 300 | 0.80 | 240 |
| Factory Talk View Machine Edition | 175 | 1,5 | 262,5 |
| Microsoft Office | 80 | 1,00 | 80 |
| TOTAL AMORTITZACIONS | | | 1003,75 € |

6.4 Cost total.

En aquest apartat es sumarà totes les despeses resumides fins ara.

$$\begin{aligned}\text{COST TOTAL} &= \text{Cost del material} + \text{costos de recursos humans} + \text{cost d'amortitzacions} \\ &= 15328,4 + 9420 + 1003,75 = \mathbf{25752,15 \text{ €}}\end{aligned}$$

7 Conclusions.

L'objectiu del projecte ha estat la realització d'un control de moviment i un diagnòstic complet d'un accionament mecànic, el vis sense fi. També s'ha comprovat el significat de la mecatrònica, una enginyeria cada cop més rellevant en el món de l'automatització. També s'ha fet una comparació entre els accionaments mecànics a partir d'una breu introducció d'un programa d'anàlisi.

La realització de la pràctica consta d'una programació de moviments bàsics per obtenir un control d'un servomotor, proporcionant així un diagnòstic per veure el seu comportament. Cal remarcar l'especificació detallada i comentada de cada instrucció de moviment executada al servomotor com la seva habilitació, deshabilitació, els moviments en direccions positiva i negativa i el moviment programat del vaivé. Així doncs, es pot dir que els objectius han estat assolits.

Ha estat també revisada la pràctica d'un motor rotatiu, on s'han especificat i corregit els errors trobats. Això ha permès entendre les diferències entre una aplicació de moviment d'un eix rotatiu i l'aplicació de moviment d'un eix lineal.

Una possible millora de la pràctica seria el disseny d'uns plànols per l'aplicació d'un cobriment de seguretat a l'actuador lineal. El material més usat per cobrir autòmats i protegir l'usuari és el metacrilat.

Per altra banda, tal i com s'ha vist a la pràctica realitzada i en particular el moviment del vaivé, s'han marcat uns límits de recorregut de l'eix definits per cotes, és a dir, uns límits imposats per software. Seria interessant doncs l'aplicació d'aquests límits, però per hardware, és a dir, cablejar físicament a l'autòmat uns sensors de proximitat inductius a cada extrem del vis sense fi. Aquests sensors haurien d'estar muntats sobre el cobriment de metacrilat i a cada extrem del recorregut de l'actuador lineal.

8 Impacte mediambiental.

L'objectiu del projecte és la realització d'unes pràctiques i no el disseny d'una maqueta o un prototip el qual s'aporten materials possiblement adversos al medi ambient.

Cal remarcar però, que el material emprat per la construcció del vis sense és el ferro o l'alumini. El manteniment de l'actuador lineal, requereix lubricants especials per al bon funcionament de la rosca. Aquests lubricants, al igual que les targetes del processador i del servodrive, necessiten un procés de reciclatge diferent. S'hi suma el fet que tant les targetes com el servodrive estan impreses amb un material aïllant, el qual també s'ha de tenir en compte a l'hora de reciclar.

9 Bibliografía.

Libres consultats

ROBERT H. BISHOP, *The Mechatronics Handbook*, CRC Press LLC, New York 2002.

MUHAMMAD H. RASHID, *Electrónica de potencia* 3ª edición, editorial PEARSON, México 2004

THOMAS L. FLOYD, *Fundamentos de sistema digitales* 9ª edición, editorial PEARSON, Madrid 2006.

Dossiers de formació de Rockwell Automation.

Rockwell Automation GMC200 *Advanced Integrated Motion*. CSM Institute Motion Technology Center 2010.

Rockwell Automation *Controladores Logix 5000*, Manual de referencia del conjunto de instrucciones generales.

Rockwell Automation Hands on Training Panel View Component

Rockwell Automation MP-Series Integrated Linear Stage, Allen-Bradley User Manual

Webs

<http://literature.rockwellautomation.com>

<http://www.infopl.net>

http://www.nskeurope.es/cps/rde/xchg/eu_es/hs.xsl/index.html

<http://www.rockwellautomation.com>