
PRÀCTICA 4

ACCIONAMENT D'UN MOTOR BRUSHLESS D.C.

FUNCIONAMENT D'UN SERVOMOTOR BRUSHLESS SINUSOÏDAL

RELACIÓ D'EXPERIÈNCIES

- ☐ EXPERIÈNCIA 1: Observar les característiques constructives d'un motor brushless trapezoïdal i dels elements associats.
- ☐ EXPERIÈNCIA 2: Anàlisi del control d'un motor brushless trapezoïdal o brushless d.c.. Visualització dels senyals de control
- ☐ EXPERIÈNCIA 3: Anàlisi de l'esquema de blocs del sistema de control d'un servomotor brushless sinusoidal. Posta en marxa i observació de diferents prestacions.

☐ ***EXPERIÈNCIA 1:***

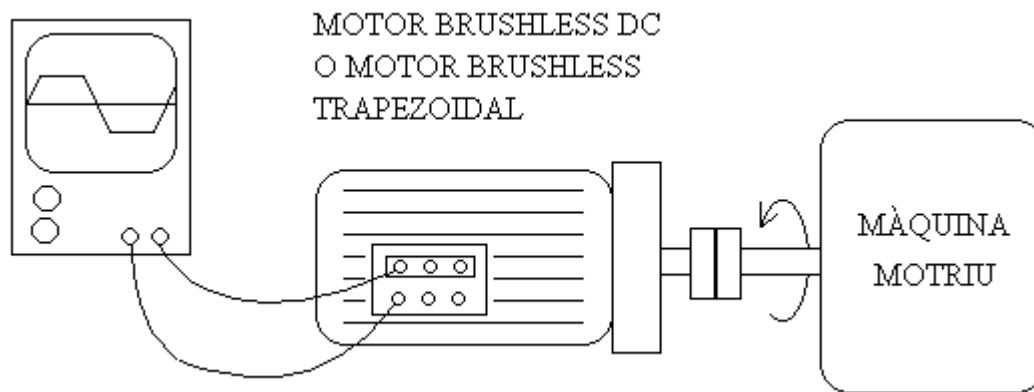
OBSERVAR LES CARACTERÍSTIQUES CONSTRUCTIVES D'UN MOTOR BRUSHLESS TRAPEZOÏDAL I DELS ELEMENTS ASSOCIATS

1.1 OBJECTIUS

Observar característiques constructives del motor brushless trapezoïdal de l'equip didàctic del laboratori. Comentar les diferències constructives amb el motor brushless sinusoidal.

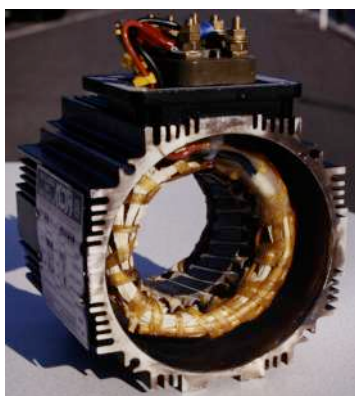
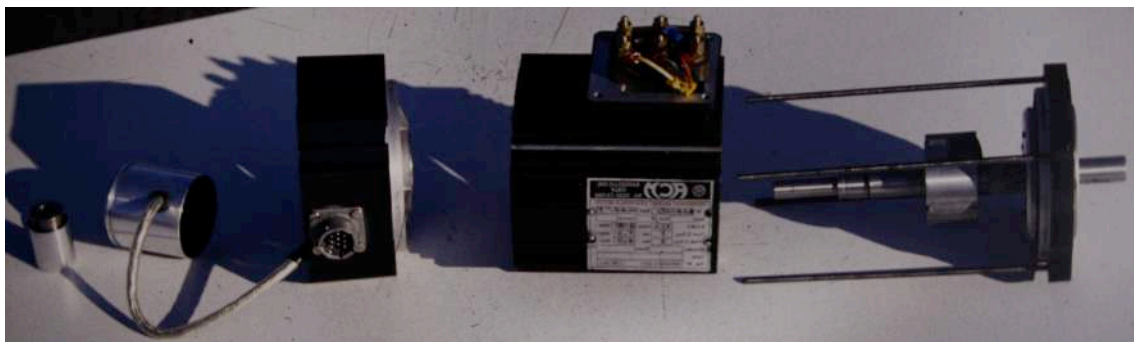
1.2 ESQUEMA DE CONNEXIONAT

Per tal de visualitzar la forma d'ona de les tensions induïdes es farà funcionar la màquina com generador muntant el següent circuit:



1.3 PROCEDIMENT

S'observaran les característiques constructives del debanat d'estàtor i dels imants permanents del rotor a partir de les següents imatges:



Es desmuntarà la tapa posterior del motor per observar el dispositiu del taco-generador i el dispositiu detector amb cèl·lules hall.

Seguidament es visualitzarà la forma d'ona de la tensió o f.e.m. induïda en una de les fases de l'estàtor fent treballar el motor brushless com a generador [Important: cal fer aquesta mesura desconnectar prèviament el connector de sortida del pont de mosfets]

1.4 QÜESTIONS

- 1.1 Indicar les diferències constructives entre un motor brushless trapezoïdal i un motor brushless sinusoidal.
- 1.2 Indicar les diferències entre els elements que porta integrats en la carcassa aquest motor brushless trapezoïdal i els elements que porta integrats un motor brushless sinusoidal (ens referim als sensors necessaris pel control).

□ EXPERIÈNCIA 2:

ANÀLISIS DEL CONTROL D'UN MOTOR BRUSHLESS TRAPEZOÏDAL O BRUSHLESS D.C. VISUALITZACIÓ DELS SENYALS DE CONTROL

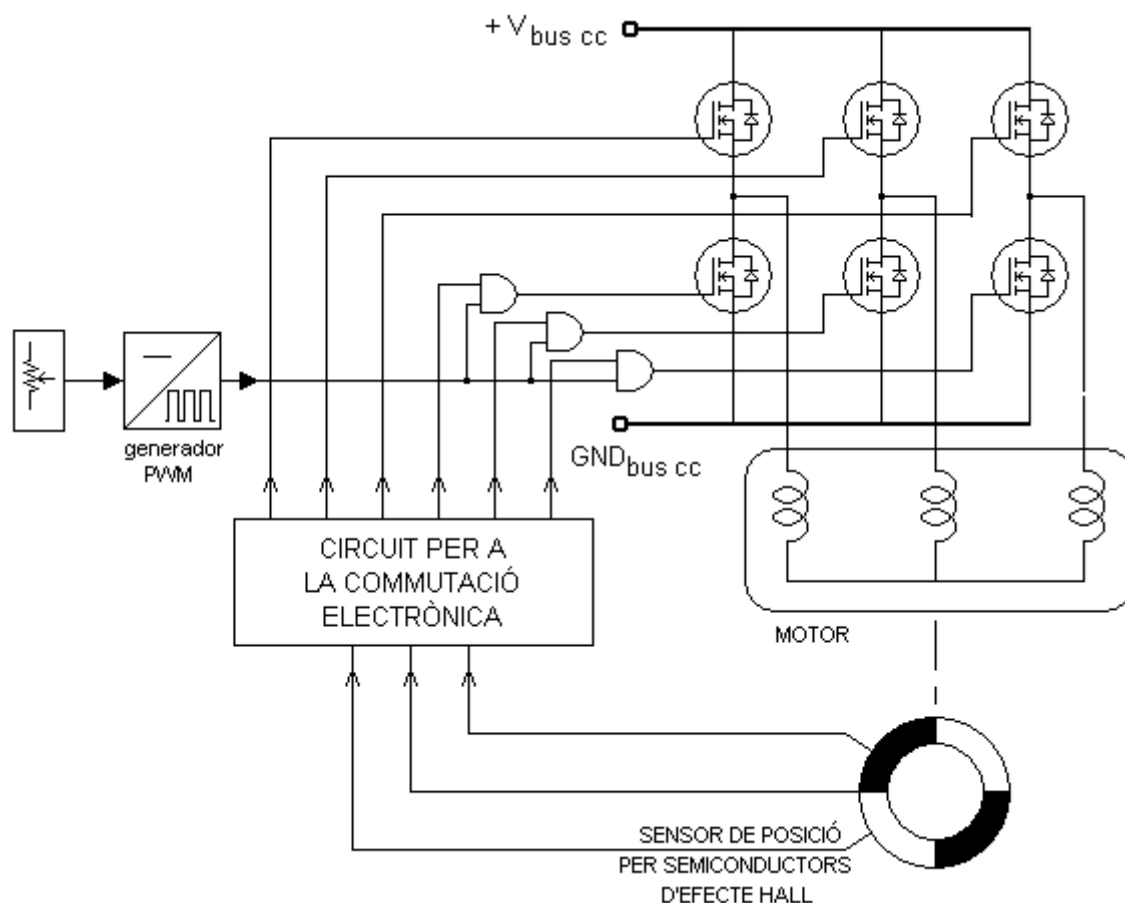
2.1 OBJECTIUS

Familiaritzar-se amb les característiques i funcionament del control d'un motor brushless trapezoïdal o brushless d.c.

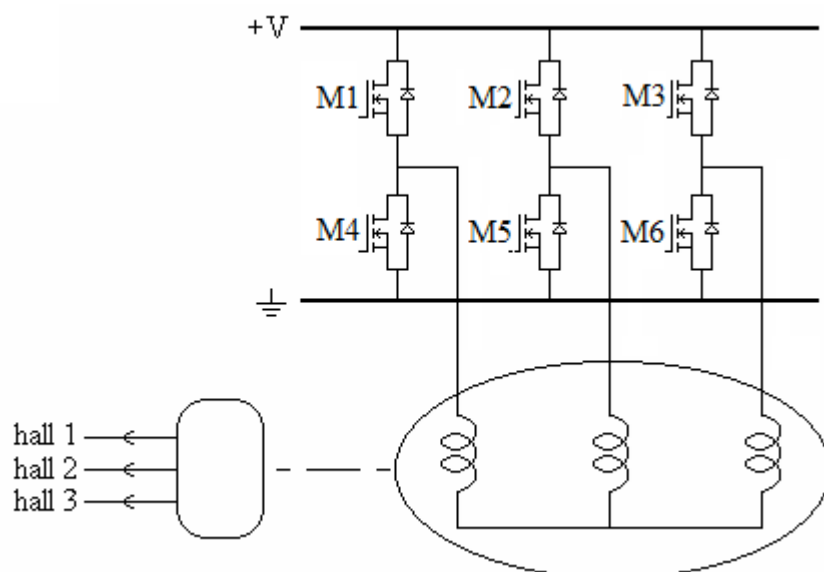
Per complir aquests objectius, es comentaran inicialment aspectes dels elements del sistema de control d'un motor brushless d.c. disponible en el laboratori amb finalitat didàctica.

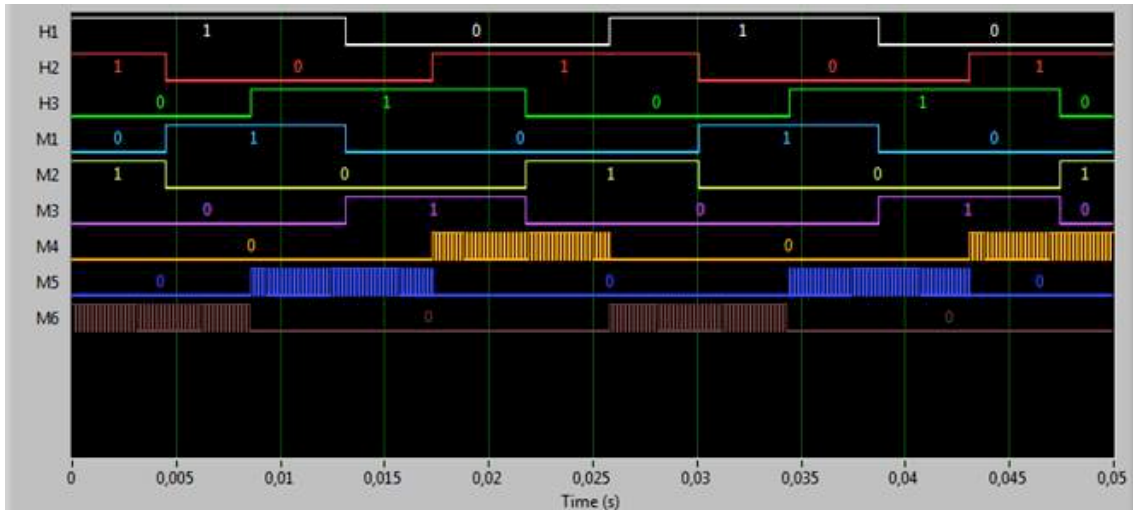
2.2 TEORIA

Es convenient revisar prèviament aspectes teòrics del principi de funcionament del control del motor brushless d.c. o brushless trapezoïdal derivat del motor de corrent continu. Aquesta revisió es pot fer a partir dels apunts de teoria de Control de Màquines Elèctriques. La següent figura mostra esquemàticament el principi de funcionament de la commutació electrònica del motor brushless DC i com s'alimenta, amb la tècnica PWM, el seu induït amb tensió variable per tal de variar la velocitat.



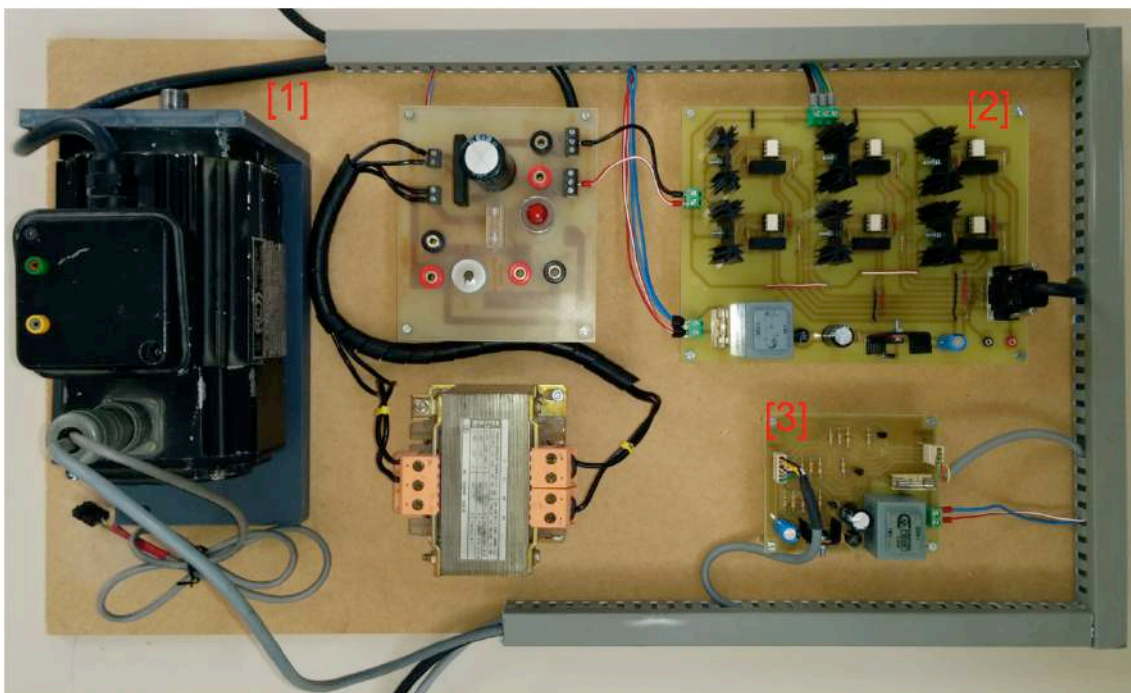
En la següent figura es mostra la correspondència entre els senyals del detector de posició amb cèl·lules hall (H1, H2, H3) i els senyals de selecció dels mosfets que han de treballar en cada instant (M1, M2, M3, M4, M5, M6). Aquests senyals són proporcionats pel circuit de control de l'equip didàctic amb el que es basarà aquesta pràctica.





2.3 ELEMENTS A UTILITZAR

- Equip didàctic format per:
 - Motor brushless (1)
 - Pont de 6 mosfets (2)
 - Circuit adaptació dels senyals del detector de posició per cèl·lules hall (3)
 - Plataforma CompactRIO de National Instruments
 - PC



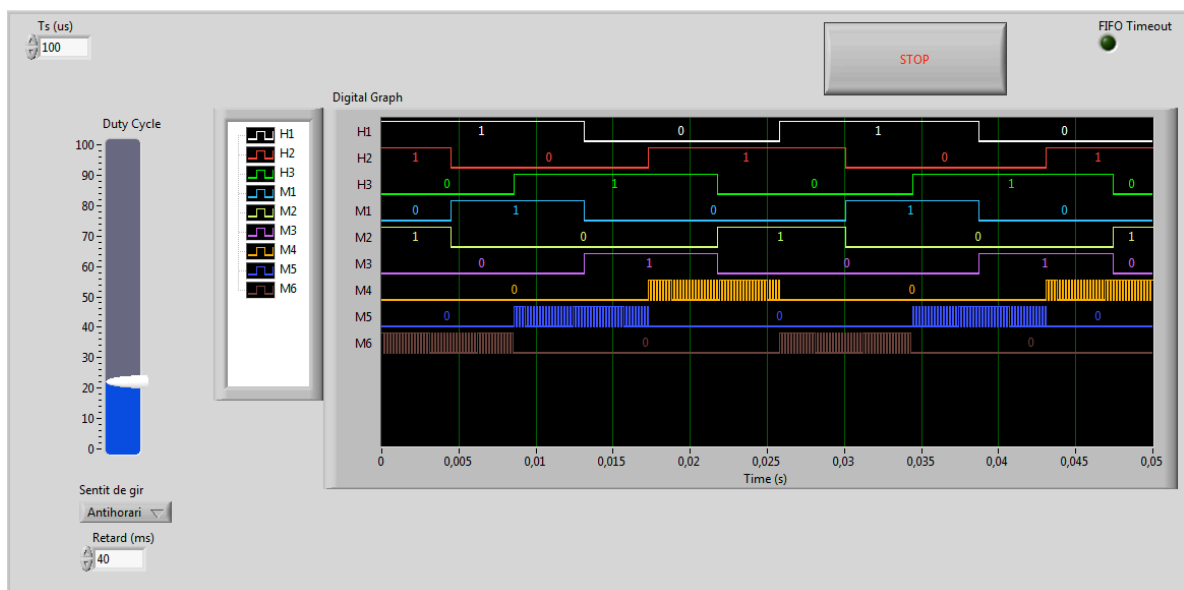
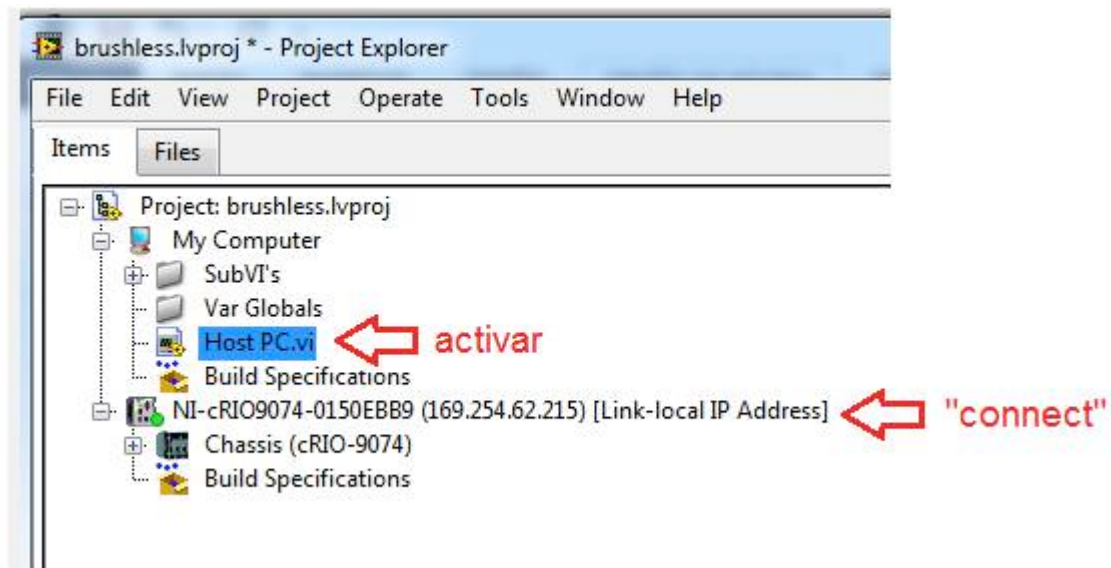
- Oscil·loscopi

2.4 PROCEDIMENT

Es comentaran i identificaran els elements del sistema de control explicant les seves funcions.

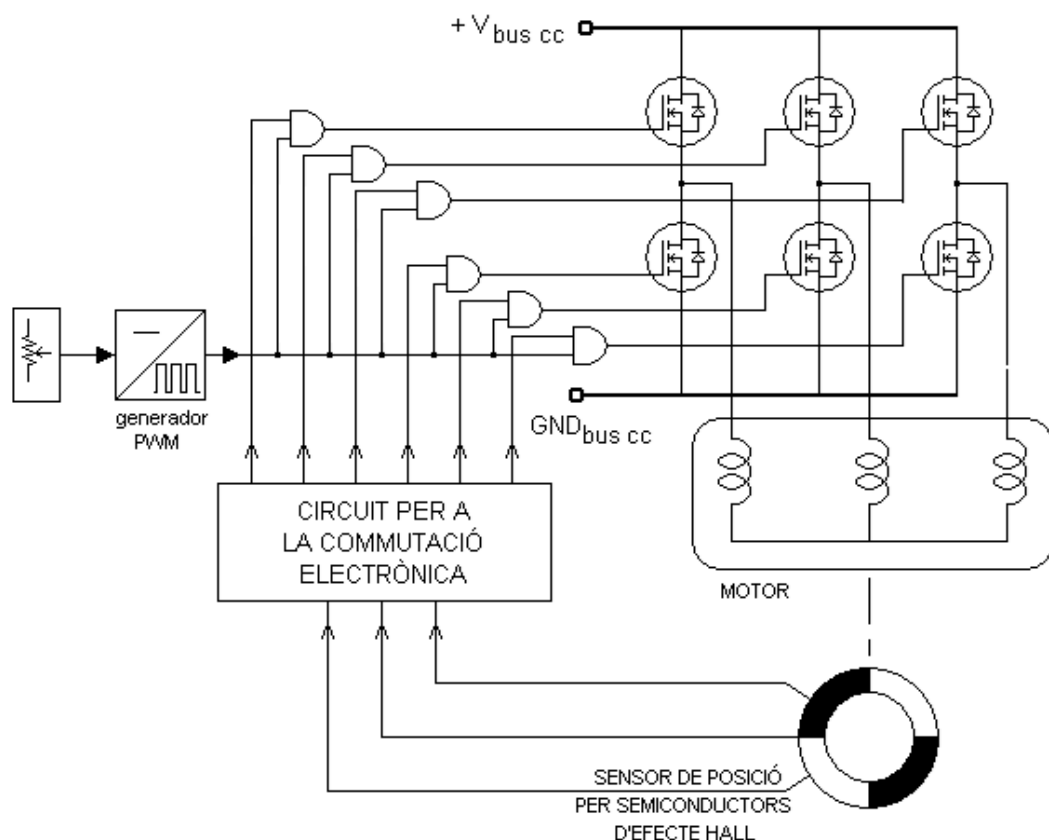
Es posarà en marxa l'equip didàctic de control del motor brushless trapezoïdal i es visualitzaran alguns dels senyals amb el propi sistema de visualització amb LabView i amb l'oscil·loscopi. Concretament amb l'oscil·loscopi s'observarà la forma d'ona de la modulació PWM.

Posta en marxa del programa:



2.5 QÜESTIONS

- 2.1 Establir una comparació entre el principi de funcionament d'un motor de corrent continu i un motor brushless trapezoïdal.
- 2.2 Indicar el nombre de posicions distretes que es detecten per mitjà dels tres senyals del detector de cèl·lules hall (Hall 1, Hall 2, Hall 3).
- 2.3 Plantegem de fer el control de la commutació electrònica segons el següent esquema de principi. Observeu que la figura és diferent a la de l'apartat 2.2



La resposta del motor serà idèntica a la observada? Tindriem algun inconvenient fent servir aquesta opció? Justifica la resposta

- 2.4 A partir dels senyals visualitzats explicar com varia la velocitat del motor i com el control adapta la seqüència d'activació dels mosfets amb la velocitat del motor.

□ EXPERIÈNCIA 3:

ANÀLISIS DE L'ESQUEMA DE BLOCS DEL SISTEMA DE CONTROL D'UN SERVOMOTOR BRUSHLESS SINUSOÏDAL.

POSTA EN MARXA I OBSERVACIÓ DE DIFERENTS PRESTACIONS

3.1 OBJECTIUS

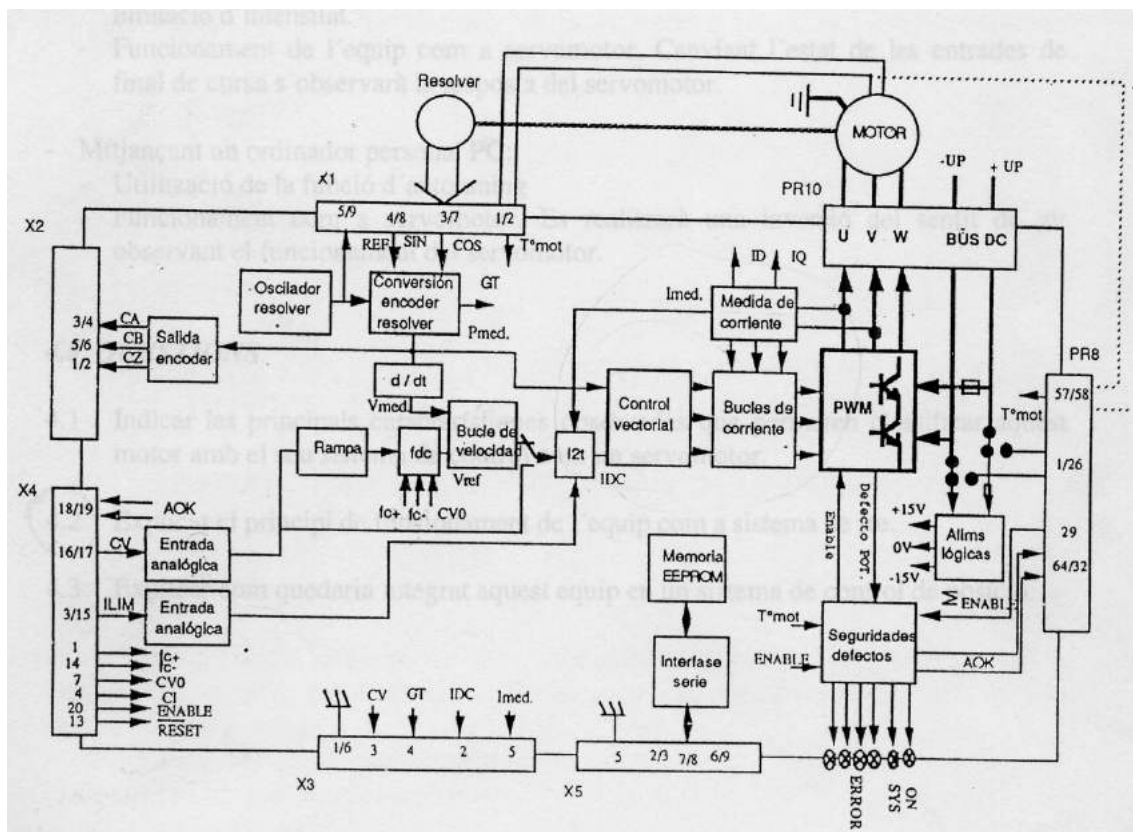
Comentar inicialment quines són les principals parts i el principi de funcionament del circuit de control dels motors brushless sinusoïdals.

Seguidament es comentaran les principals prestacions de l'equip disponible en el laboratori, ressaltant de forma especial algunes de les diferències que distingeixen aquest servomotor d'un "motor normal".

Finalment es posarà en marxa l'equip i s'observarà el seu funcionament amb diferents configuracions.

3.2 ESQUEMA

La següent figura mostra l'esquema de blocs inclòs en la informació tècnica facilitada per Infranor



3.3 PROCEDIMENT

Es comentarà prèviament l'esquema de blocs de l'apartat 4.3. Seguidament es comentaran algunes de les prestacions de l'equip:

- Configuració i control a partir d'un ordinador personal PC.

- Possibilitat de treballar en mode de regulació de velocitat o en mode de regulació de parell.
- Disponibilitat d'una entrada analògica de limitació d'intensitat.
- Diverses entrades digitals de control.
- Diverses sortides digitals associades a la lògica d'alarmes.
- Funció autotuning per la sintonització del controlador PI

Es posarà en marxa l'equip de diverses formes o configuracions:

- Mitjançant comandament manual a partir de les entrades digitals i analògiques:
 - Funcionament de l'equip com a fre controlat a partir de l'entrada analògica de limitació d'intensitat.
 - Funcionament de l'equip com a servomotor. Canviant l'estat de les entrades de final de cursa s'observarà la resposta del servomotor.
- Mitjançant un ordinador personal PC:
 - Utilització de la funció d'autotuning
 - Funcionament com a servomotor. Es realitzarà una inversió del sentit de gir observant el funcionament del servomotor.

3.4 QÜESTIONS

- 3.1 Indicar les principals característiques observades que permeten classificar aquest motor amb el seu sistema de control com un servomotor.
- 3.2 Explicar el principi de funcionament de l'equip com a sistema de fre.
- 3.3 Explicar com quedaria integrat aquest equip en un sistema de control de posició.