

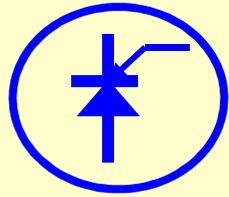
Proyecto LABOPOT



MODELAMIENTO Y SIMULACIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL VECTORIAL DE VELOCIDAD PARA UNA MÁQUINA DE INDUCCIÓN CLASE B EN LA ZONA DE POTENCIA CONSTANTE

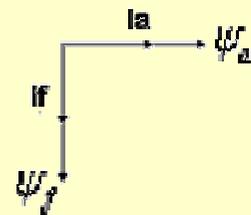
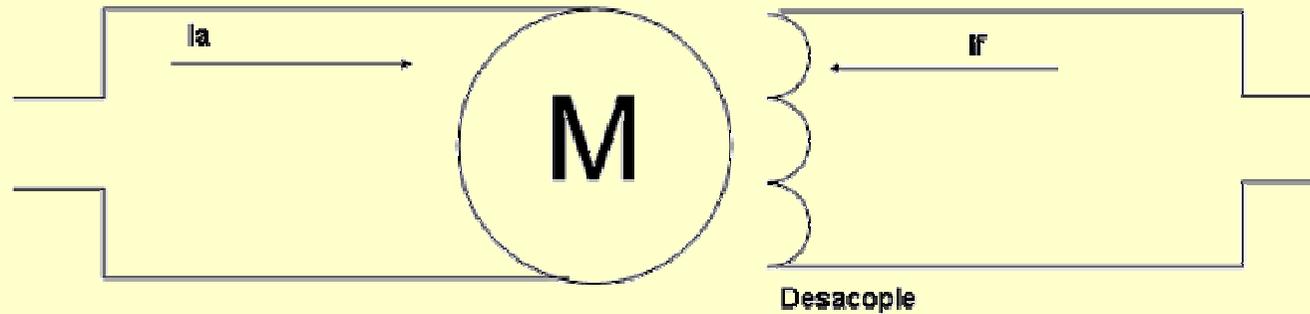
Melba Isabel Fernandez F.

Alejandro Paz – Carlos Alberto Lozano – Manuel Valencia



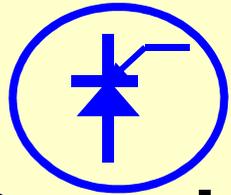
Proyecto LABOPOT

Introducción



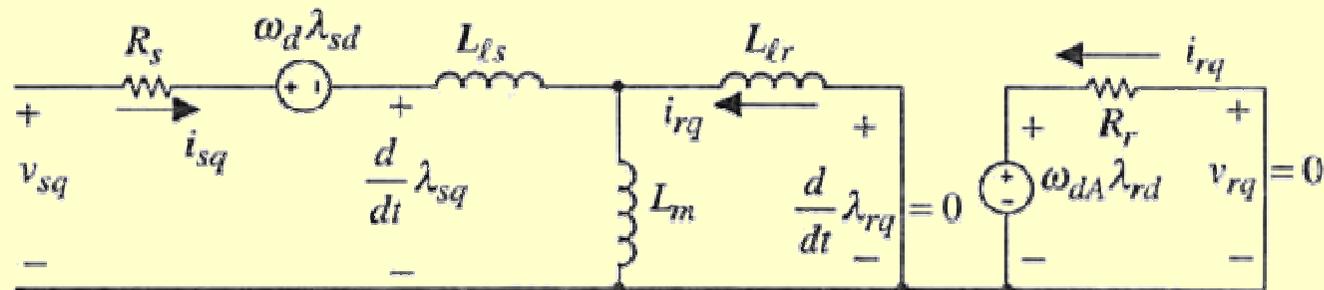
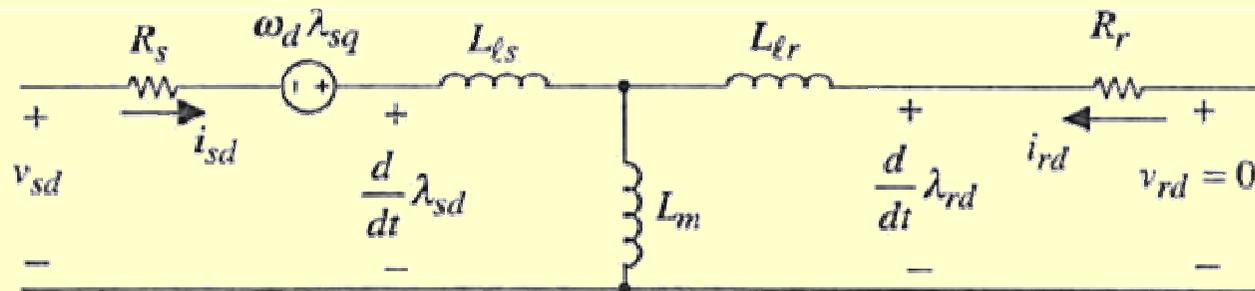
$$T_e = K_t \Psi_a \Psi_f = K'_t I_a I_f$$

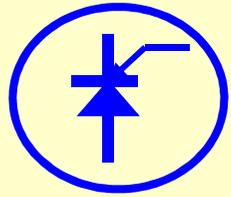
Componente de Torque Componente de Campo



Proyecto LABOPOT

Descripción Matemática De La Máquina De Inducción, Referida Al Sistema De Coordenadas (D-Q)





Proyecto LABOPOT

Modelamiento De La Máquina De Inducción En (D-q)

$$\begin{bmatrix} v_{sq} \\ v_{sd} \\ v_{rq} \\ v_{rd} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_s + \frac{d}{dt}L_s & w_d L_s & \frac{d}{dt}L_m & w_d L_m \\ -w_d L_s & R_s + \frac{d}{dt}L_s & -w_d L_m & \frac{d}{dt}L_m \\ \frac{d}{dt}L_m & (w_s - w_{mr})L_m & R_r + \frac{d}{dt}L_r & (w_s - w_{mr})L_r \\ -(w_d - w_{mr}) & \frac{d}{dt}L_m & -(w_d - w_m)L_r & R_r + \frac{d}{dt}L_r \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{sq} \\ i_{sd} \\ i_{rq} \\ i_{rd} \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{rd} = L_m i_{sd}$$

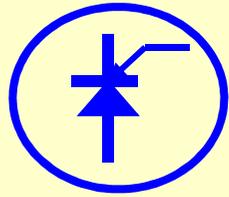
$$i_{rq} = -\frac{L_m}{L_r} i_{sq}$$

$$w_{dA} = \frac{L_m}{\tau_r \cdot \lambda_{dr}} i_{sq}$$

$$T_{em} = \frac{3}{2} \frac{p}{2} \cdot \underbrace{\frac{L_m^2}{L_r}}_K i_{sd} \cdot i_{sq}$$

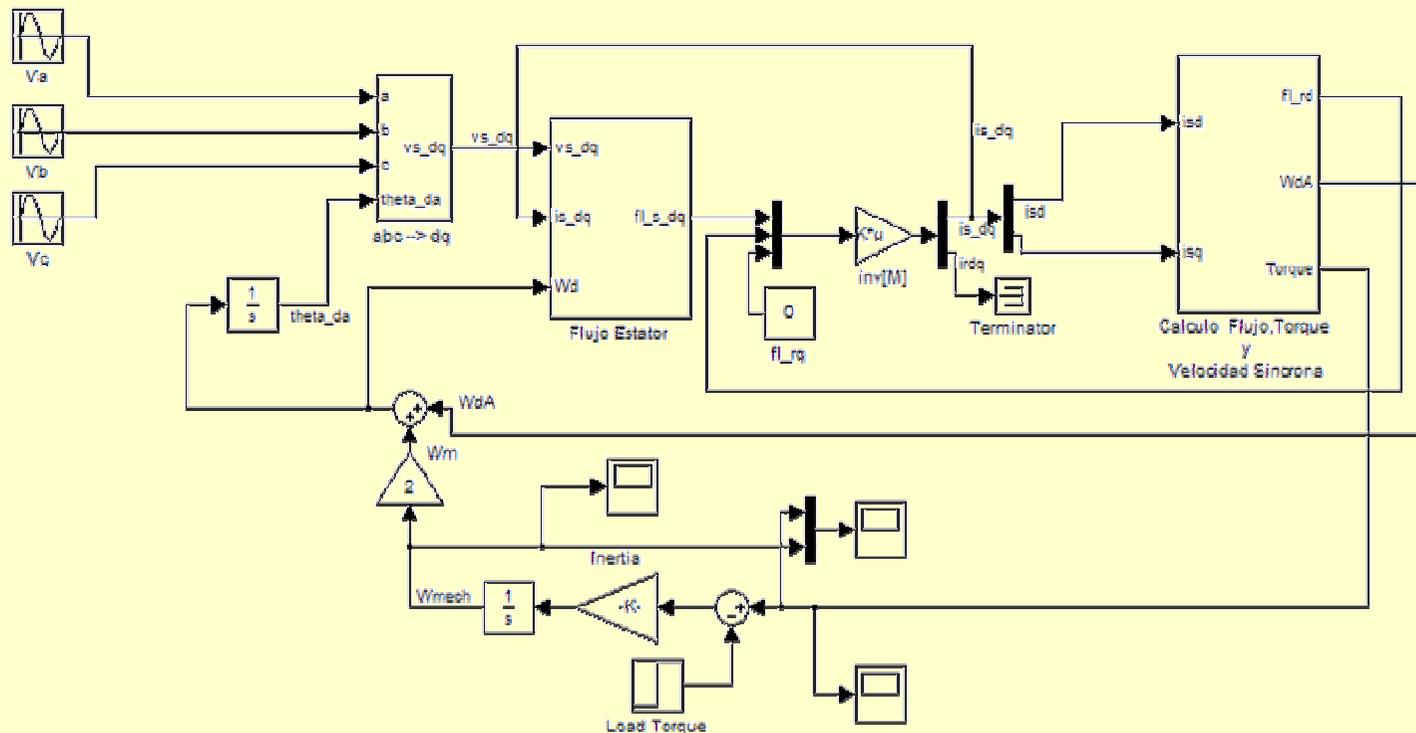
$$isd(s) = \frac{1}{R_s + s\sigma L_s} * V'_{sd}(s)$$

$$isq(s) = \frac{1}{R_s + s\sigma L_s} * V'_{sq}(s)$$

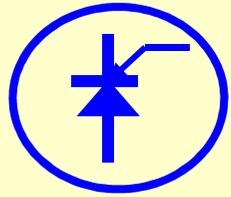


Proyecto LABOPOT

Modelamiento De La Máquina De Inducción En (D-q)

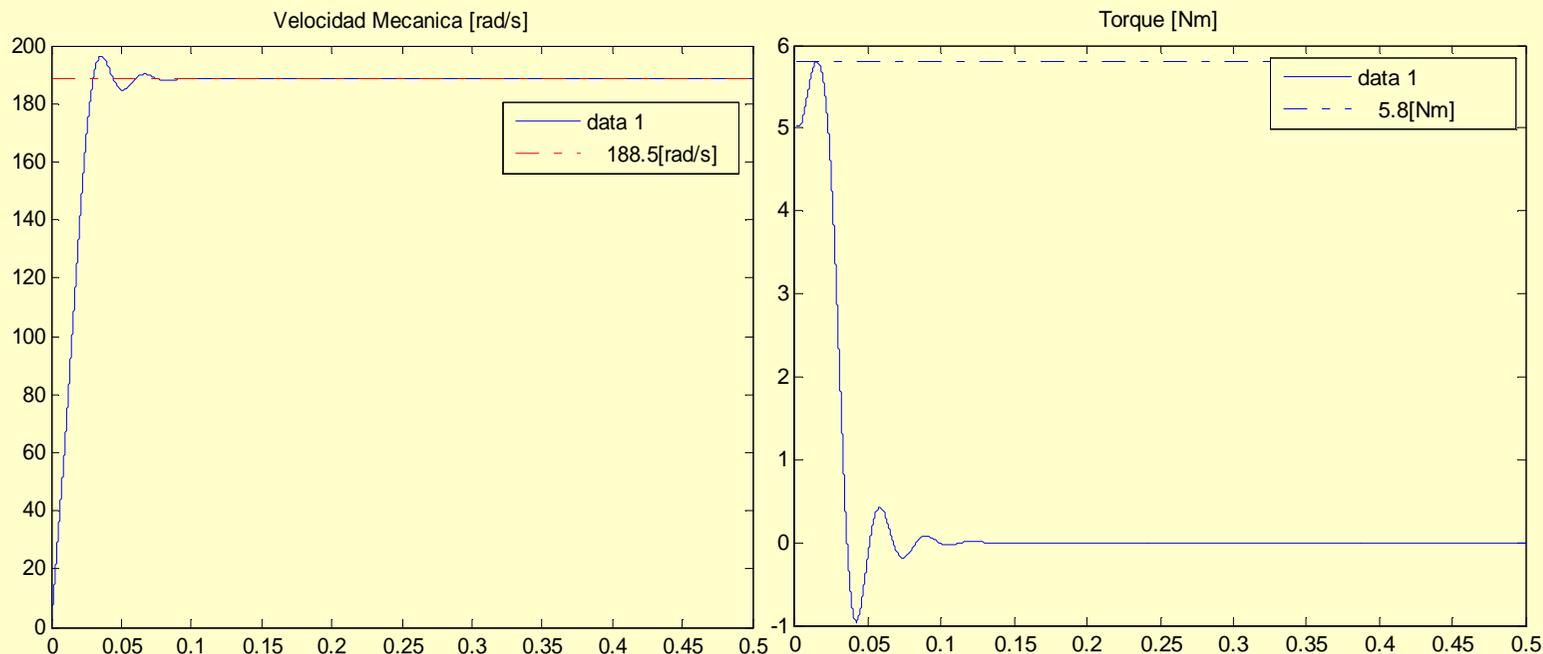


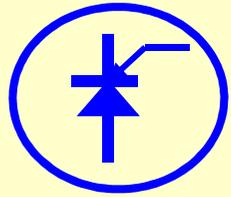
Alejandro Paz – Carlos Alberto Lozano – Manuel Valencia



Proyecto LABOPOT

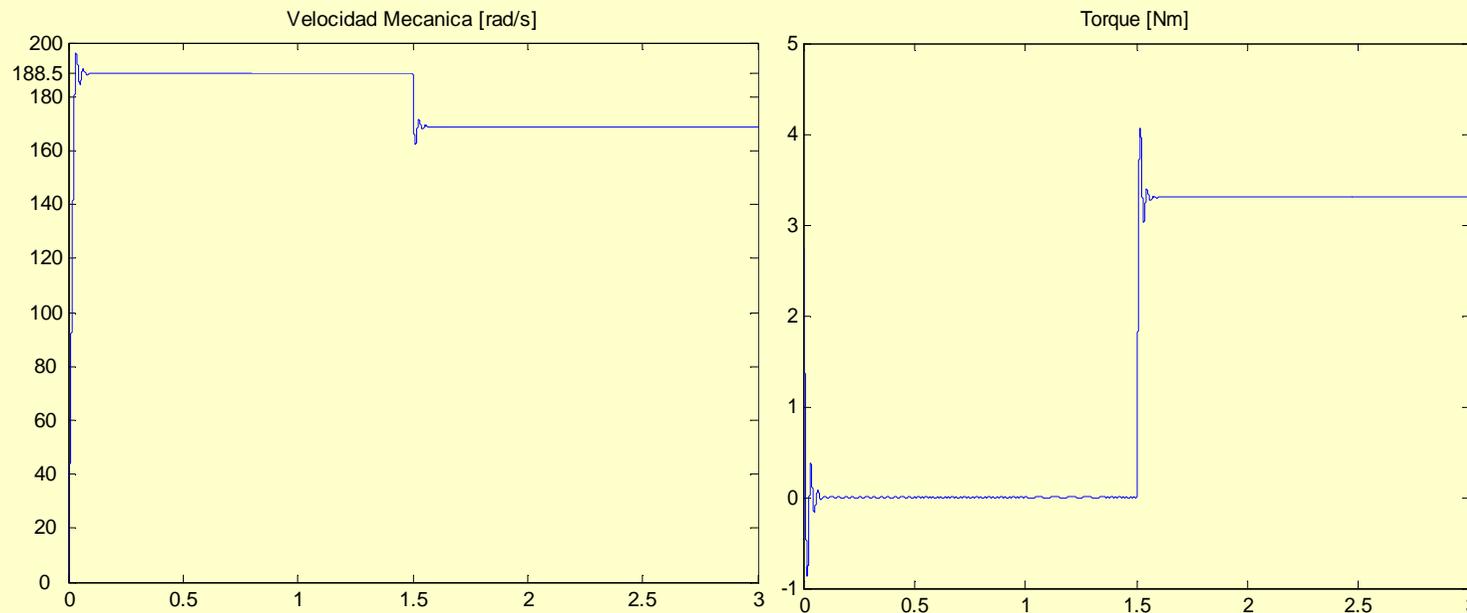
Modelamiento De La Máquina De Inducción En (D-q)



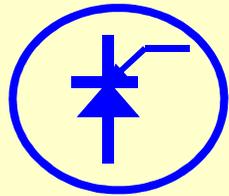


Proyecto LABOPOT

Modelamiento De La Máquina De Inducción En (D-q)

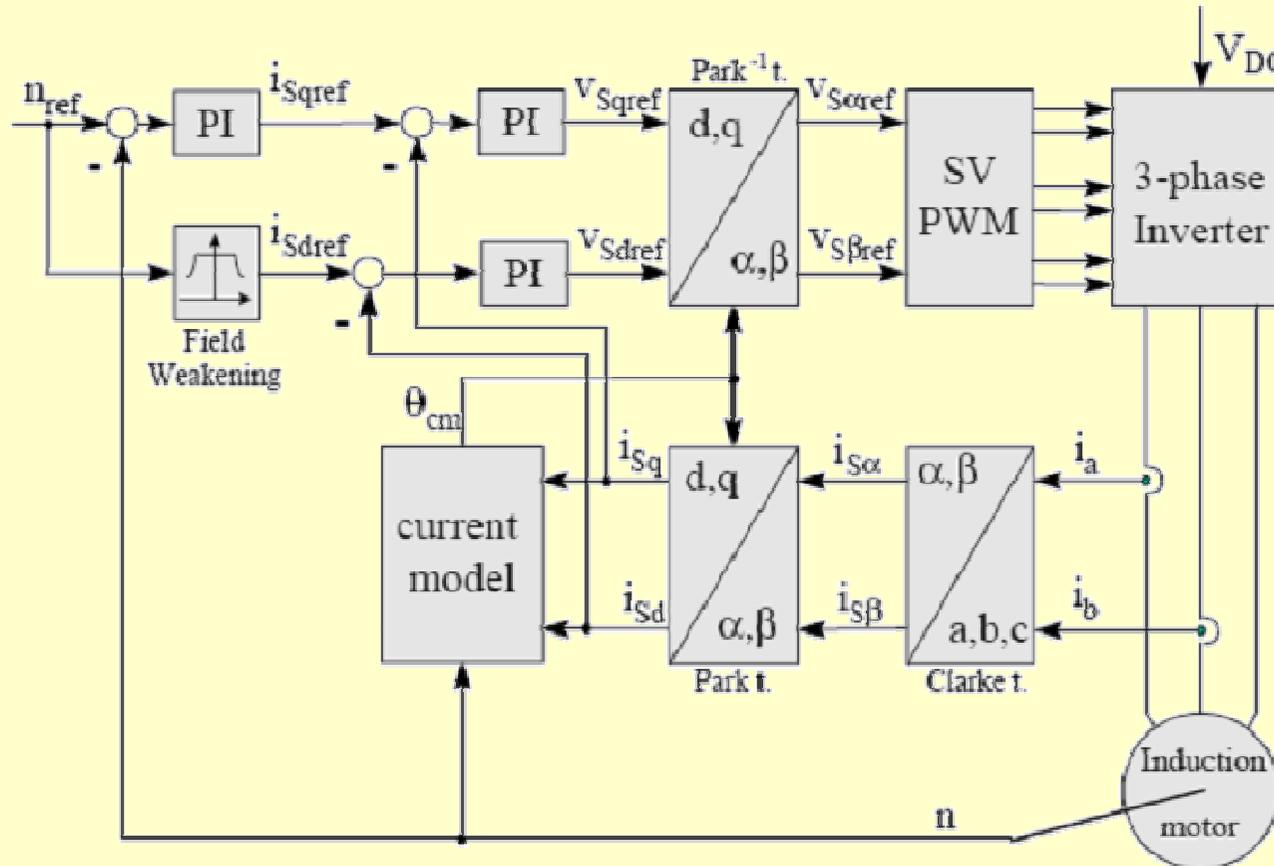


Alejandro Paz – Carlos Alberto Lozano – Manuel Valencia

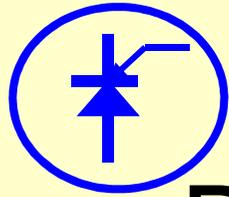


Proyecto LABOPOT

Esquema De Control Vectorial Indirecto

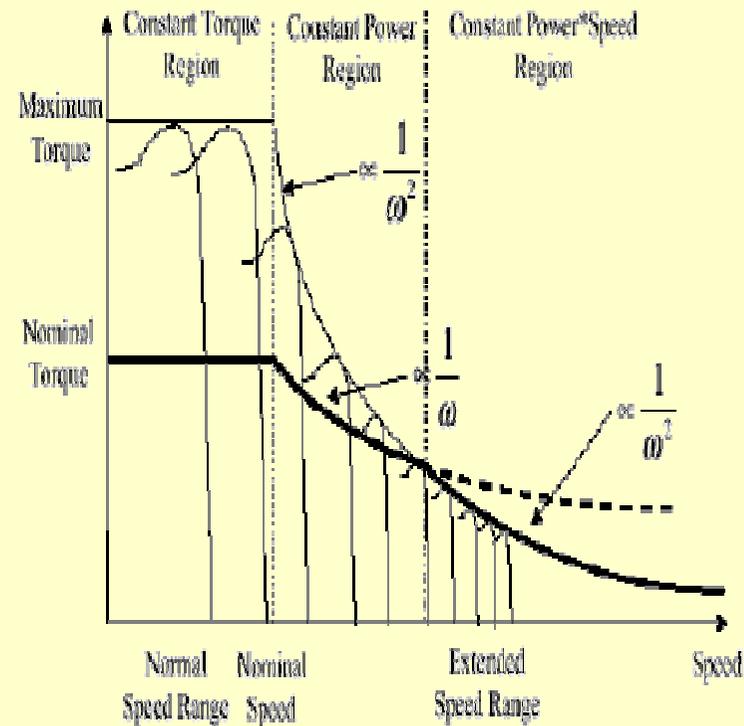
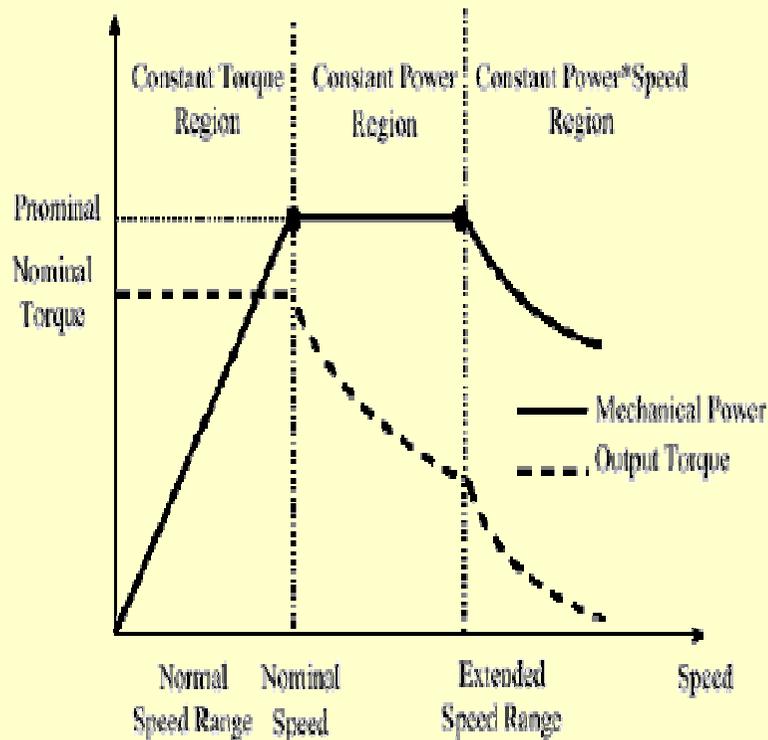


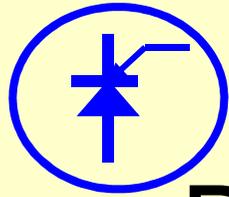
Alejandro Paz – Carlos Alberto Lozano – Manuel Valencia



Proyecto LABOPOT

Debilitamiento Del Campo

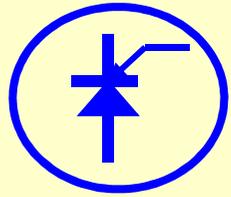




Proyecto LABOPOT

Debilitamiento Del Campo

| Zona Torque Constante | Zona De Potencia Constante | Zona De Velocidad Extendida |
|---|---|---|
| Flujo Nominal | Saturación del bus DC | Componente en cuadratura decrece |
| Componente en cuadratura nominal | La corriente de campo, eje directo, decrece. | Reducción controlada de la corriente de campo |
| $E_a = \frac{P}{2} \lambda_{af} \omega_{rm}$ | Flujo menor que el nominal. | Zona raramente empleada. |
| El torque se puede seguir manteniendo si la F.E.M del motor se mantiene a un valor menor que el máximo valor proporcionado por el bus DC. | Velocidad mayor que la nominal . | Compromete la integridad del motor. |
| | Se reduce la producción de torque con el objeto de no exceder los limites de potencia | |

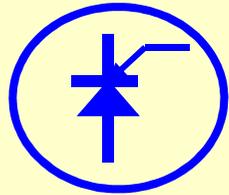


Proyecto LABOPOT

Esquema Convencional De Debilitamiento Del Campo

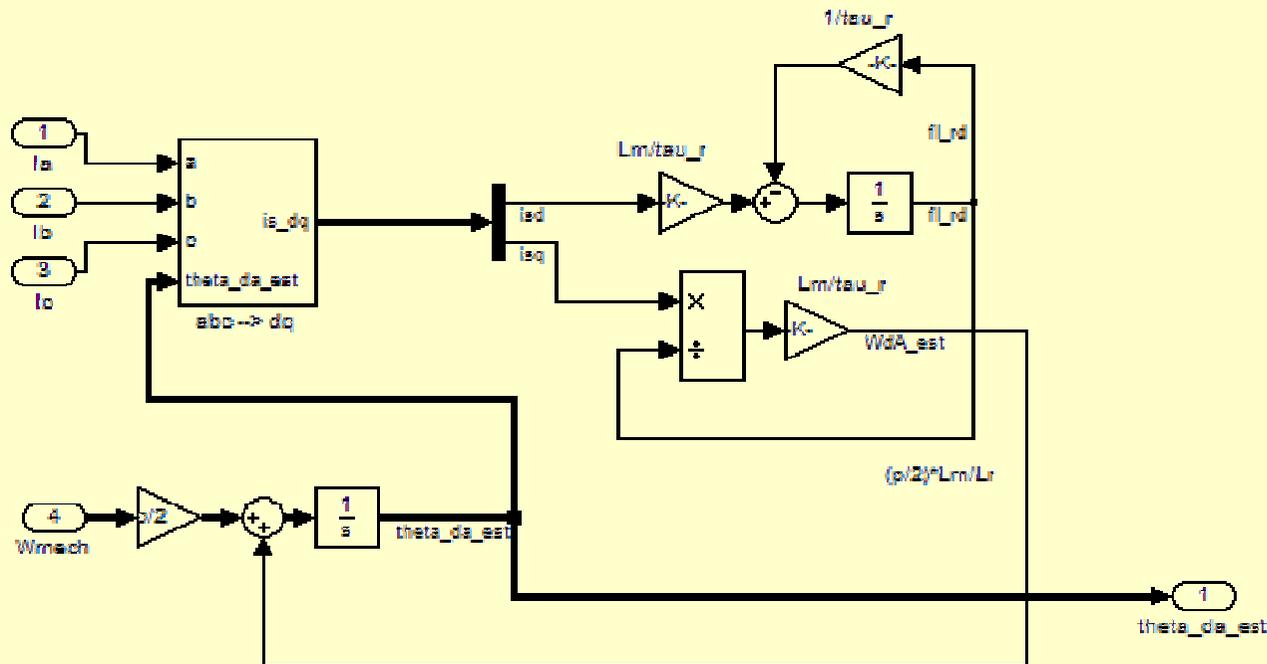
1. El flujo varia inversamente proporcional con la velocidad.
2. Se incrementa la corriente $i_{qs\ ref}$ con el objeto de alcanzar la máxima producción de torque posible.
3. Restricciones producción de corriente:

$$i_{qs}^2 + i_{ds}^2 \leq I_{s,max}^2 \quad i_{dsref} = \frac{i_{dsn}}{W_{m(p.u.)}}$$
$$i_{qsref} = \sqrt{(I_{s,max})^2 - \left(\frac{i_{dsn}}{W_{m(p.u.)}}\right)^2}$$

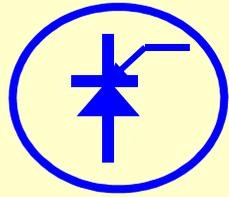


Proyecto LABOPOT

Modelo De Corriente

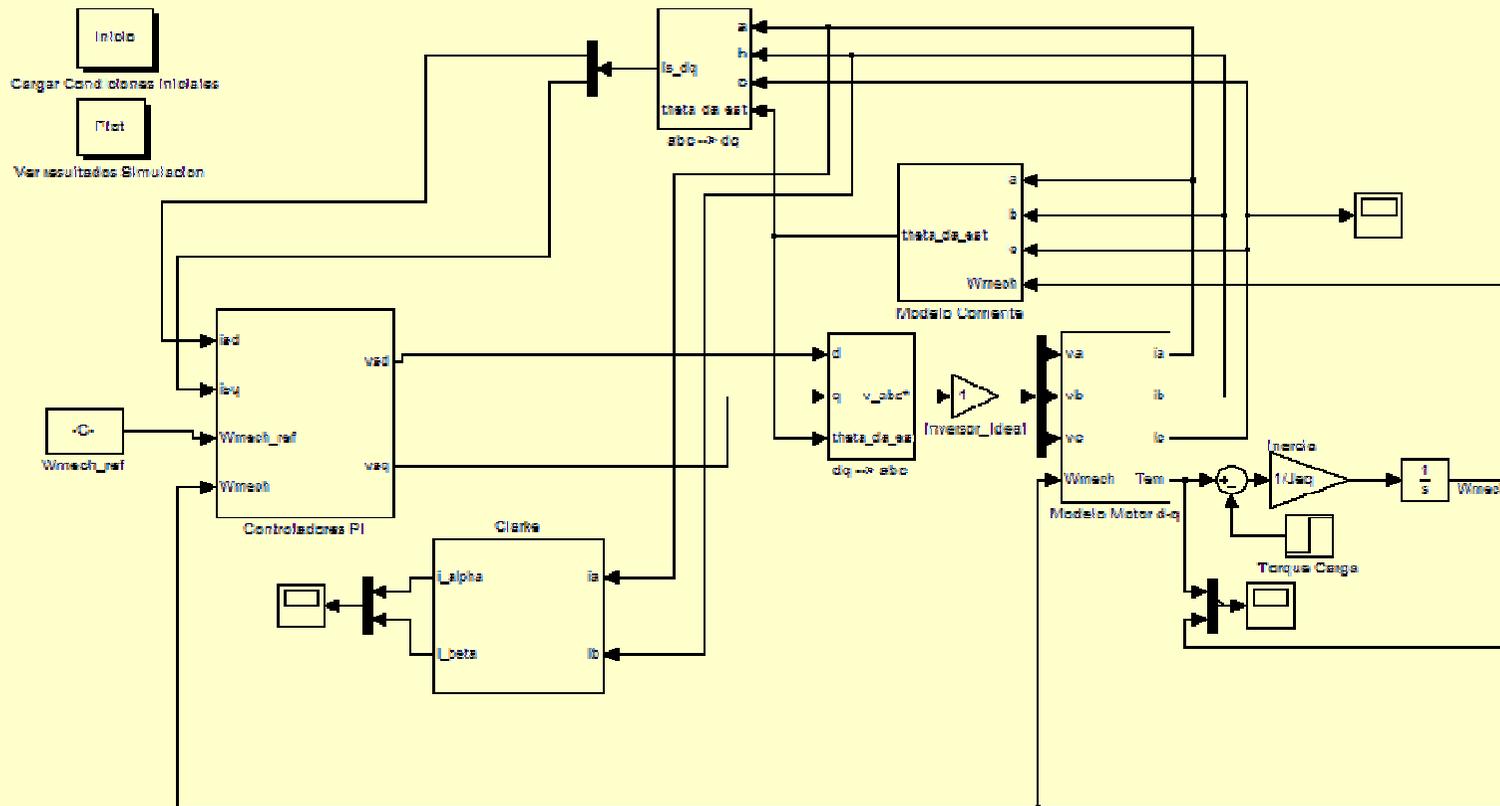


Modelo De Corriente

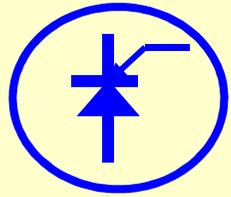


Proyecto LABOPOT

Esquema De Control Vectorial Indirecto

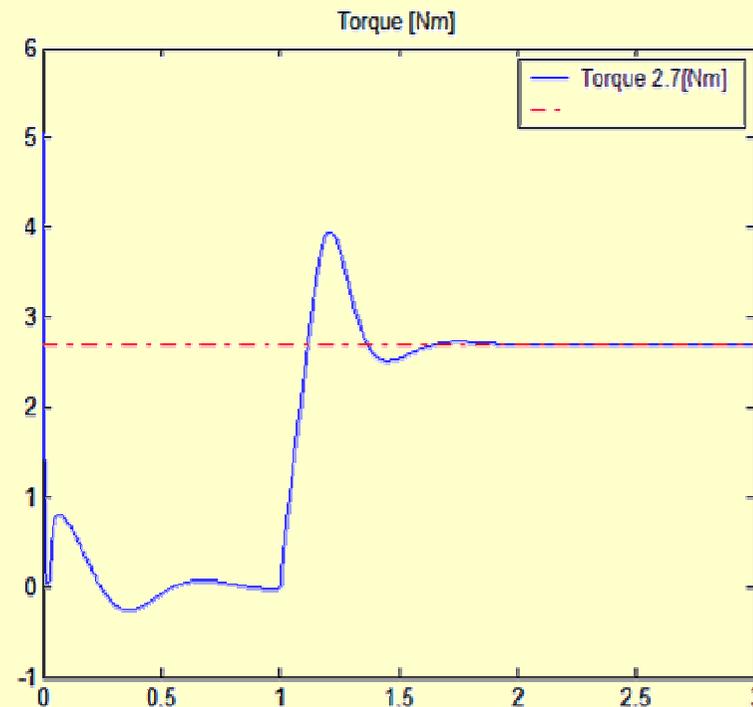
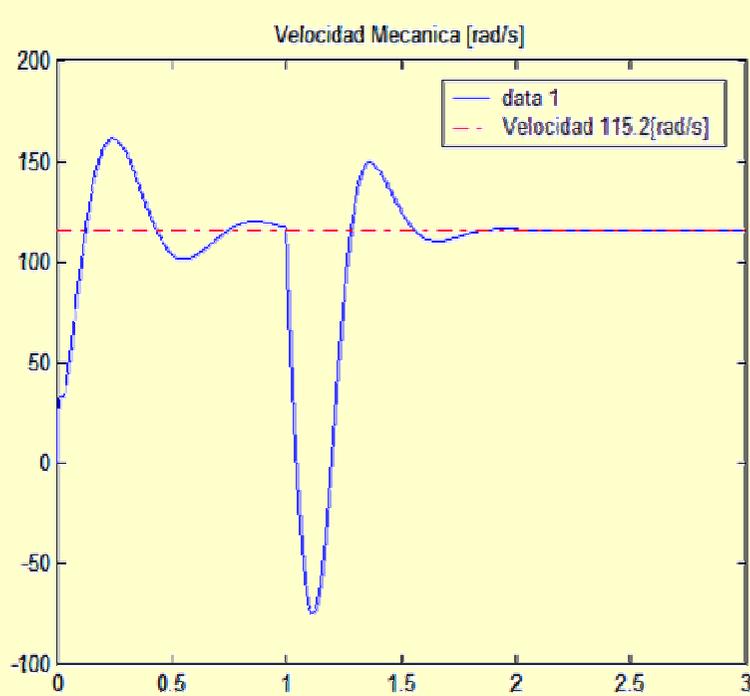


Alejandro Paz – Carlos Alberto Lozano – Manuel Valencia

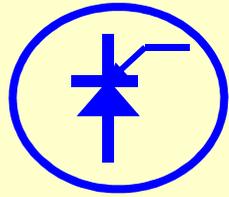


Proyecto LABOPOT

Control De Velocidad En La Zona De Torque Constante. Velocidad 115.2[rad/s]

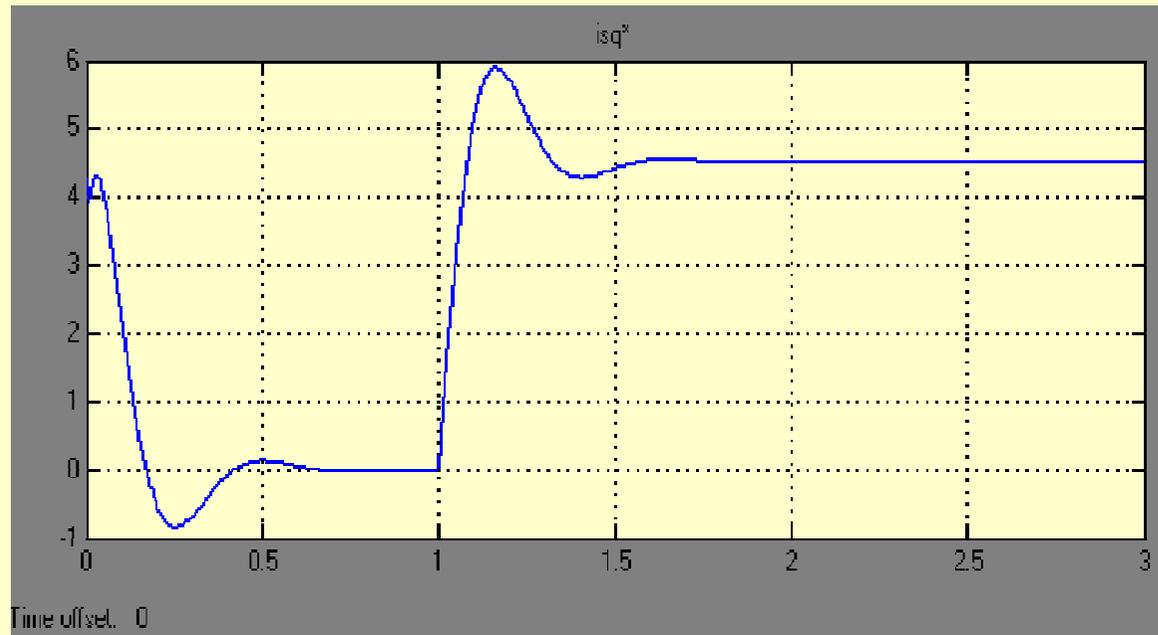


Alejandro Paz – Carlos Alberto Lozano – Manuel Valencia

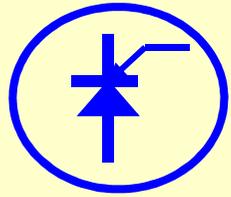


Proyecto LABOPOT

Control De Velocidad En La Zona De Torque Constante. Velocidad 115.2[rad/s]

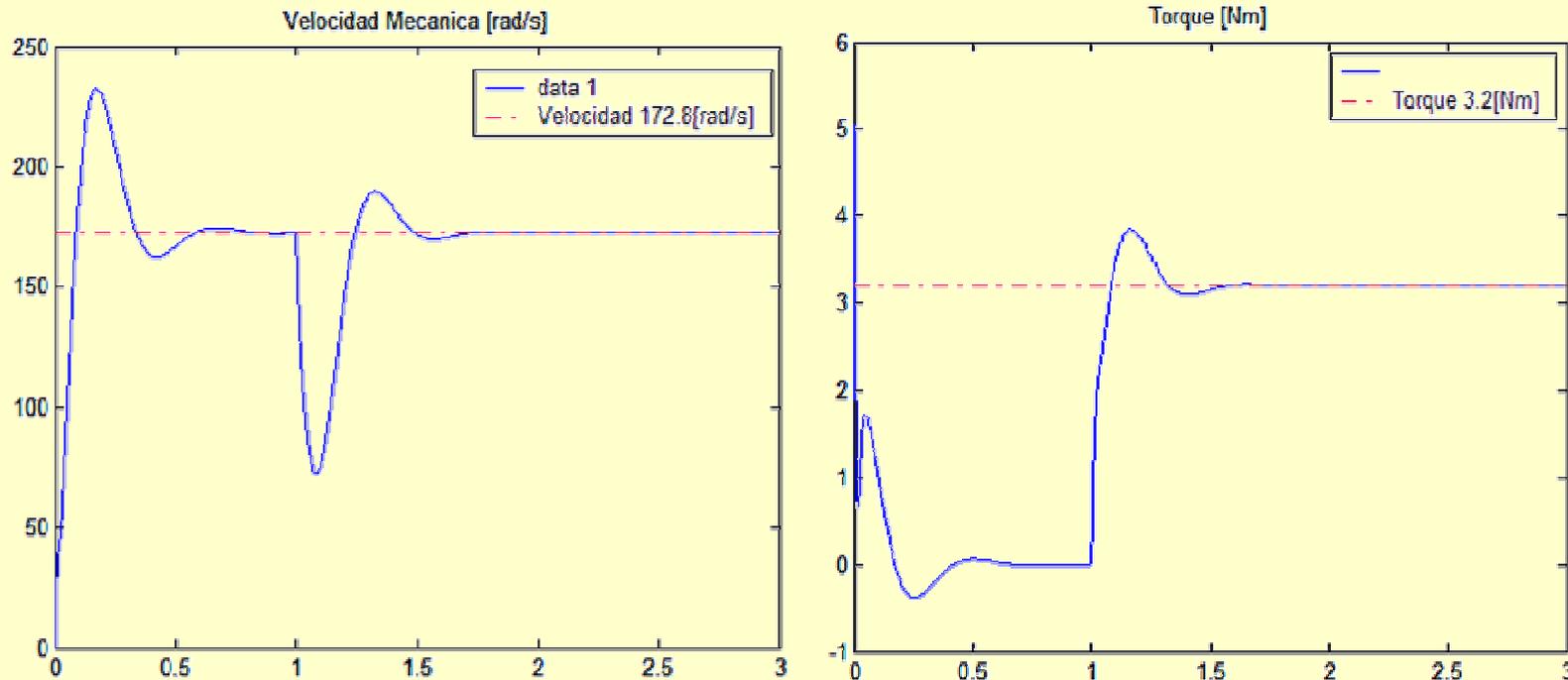


Alejandro Paz – Carlos Alberto Lozano – Manuel Valencia

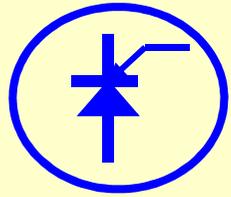


Proyecto LABOPOT

Control De Velocidad En La Zona De Torque Constante. Velocidad Nominal



Alejandro Paz – Carlos Alberto Lozano – Manuel Valencia

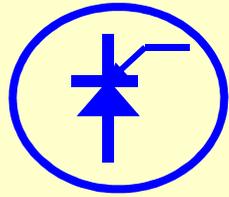


Proyecto LABOPOT

Control De Velocidad En La Zona De Torque Constante. Velocidad Nominal

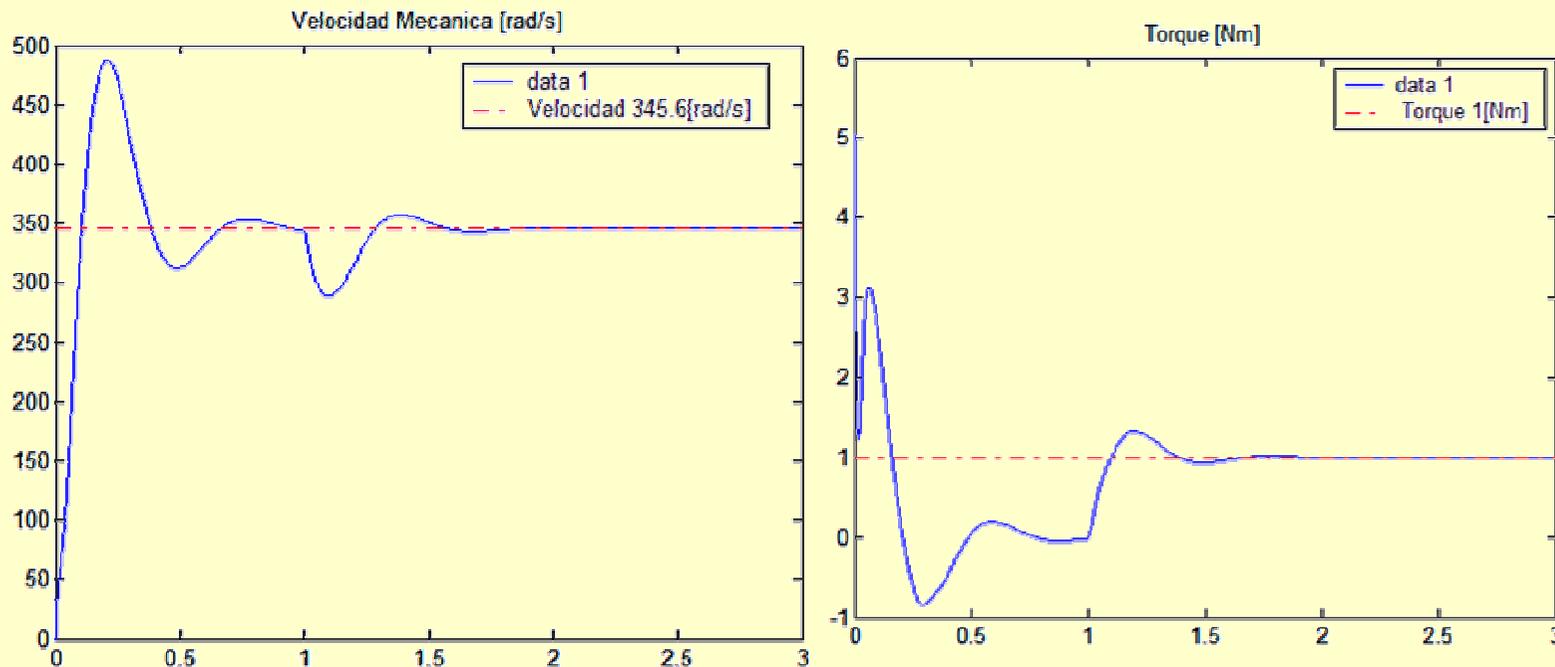


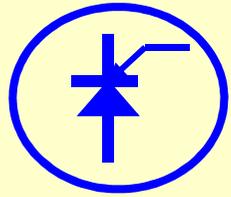
Alejandro Paz – Carlos Alberto Lozano – Manuel Valencia



Proyecto LABOPOT

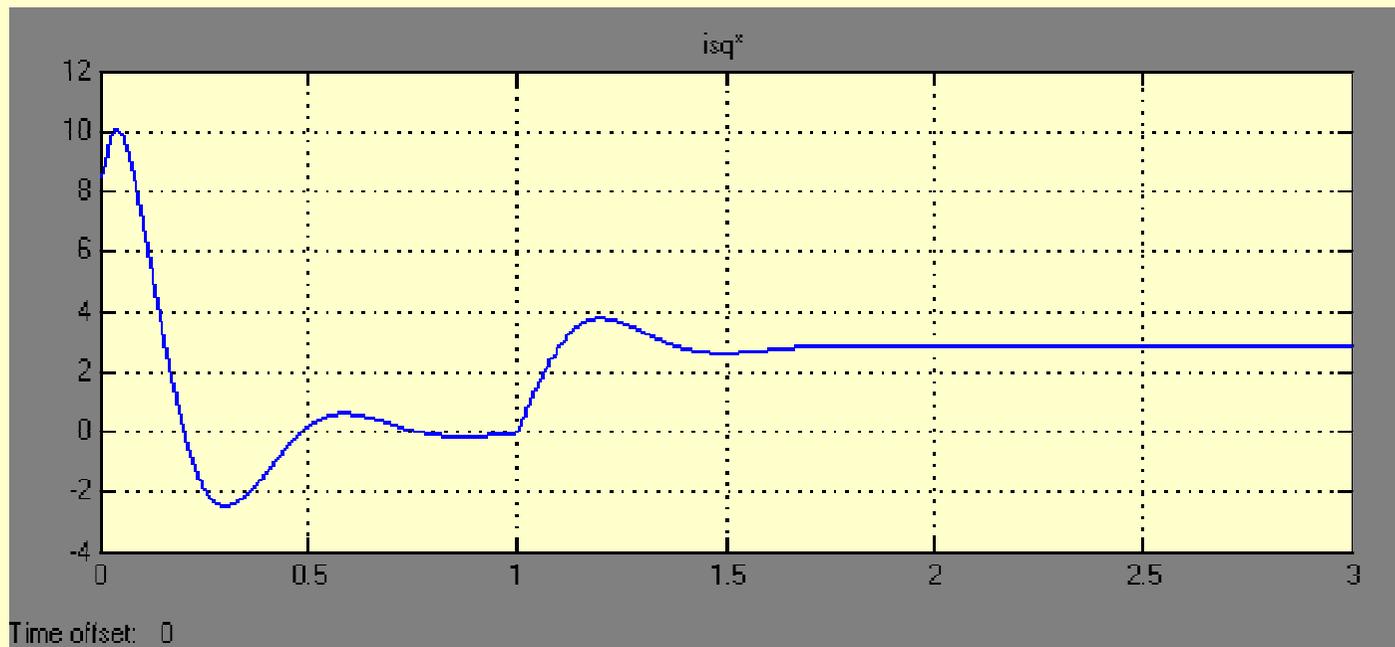
Control De Velocidad En La Zona De Potencia Constante. Velocidad



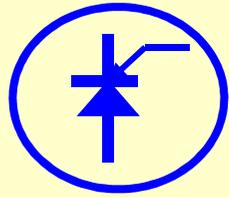


Proyecto LABOPOT

Control De Velocidad En La Zona De Potencia Constante. Velocidad



Alejandro Paz – Carlos Alberto Lozano – Manuel Valencia

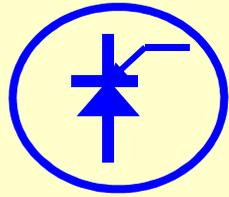


Proyecto LABOPOT

Conclusiones

- Simulink es un software que emplea las herramientas computacionales de Matlab para analizar sistemas dinámicos complejos. Es capaz de resolver modelos lineales y no lineales, esta particularidad lo hace ideal para simular el comportamiento de una máquina de inducción asíncrona.
- Para realizar el diseño del controlador se elaboran una serie de bloques que representan las etapas del algoritmo de control vectorial. Estos se construyen empleando bloques existentes en las librerías de Simulink o son creados mediante el empleo de subsistemas.
- Es importante escoger adecuadamente el “solver” que computa las variables internas de los bloques resolviendo las respectivas ecuaciones diferenciales. De esta forma se puede ahorrar tiempo de computo, realizar un modelo más cercano a la realidad u observar el comportamiento dinámico del sistema en todo momento.

Alejandro Paz – Carlos Alberto Lozano – Manuel Valencia



Proyecto LABOPOT

Conclusiones

- Mediante el empleo de Simulink y la manipulación de sus librerías es posible validar modelos matemáticos complejos, como es el caso del comportamiento dinámico de un motor de inducción referido al marco de referencia sincrónico d-q.
- La construcción del algoritmo de control mediante bloques independientes, permite observar y estudiar el comportamiento dinámico de las variables críticas del sistema.
- Mediante la técnica de control vectorial se logra un control independiente de velocidad y flujo. Esta técnica permite implementar un control de flujo de forma tal que se consigue extender el rango de velocidad del motor y optimizar la producción de torque en dicho rango.