

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



برای دریافت فایل word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

موضوع پروژه:

بررسی و شبیه سازی موتور هیستریزیس

توسط نرم افزار matlab

WikiPower.ir

برای خرید فایل word این پروژه [اینجا کلیک کنید](#).

(شماره پروژه = ۴۹۹)

پشتیبانی: ۰۹۳۵۵۴۰۵۹۸۶

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱.....	فصل اول: مدل سازی موتور هیستریزیس
۲.....	۱-۱ مقدمه
۲.....	۲-۱ مدل مداری موتور هیستریزیس
۱۰.....	۳-۱ نتایج شبیه سازی حاصل از مدل سازی ریاضی
۱۳.....	۴-۱ بررسی در نتایج
۱۶.....	فصل دوم: مدل خطی موتور پسماندی مرسوم
۱۷.....	۲-۱ مقدمه
۱۸.....	۲-۲ خطی سازی
۲۰.....	۳-۲ بررسی نتایج خطی سازی
۲۵.....	۴-۲ نتیجه گیری
۲۶.....	فصل سوم: مدل سازی روش های میرا نمودن نوسانات مکانیکی در موتور های هیستریزیس
۲۷.....	۱-۳ مقدمه
۲۸.....	۲-۳ بررسی روش های میرا نمودن نوسانات مکانیکی
۲۸.....	۱-۲-۳ استفاده از روش فیدبک سرعت
۳۲.....	۲-۲-۳ استفاده از روش فیدبک حالت
۳۷.....	۳-۲-۳ استفاده از روش جایابی بهینه مقادیر ویژه
۴۰.....	فصل چهارم: تحلیل دینامیکی موتور هیستریزیس سنکرون آهنربای دائم

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۴-۱	مقدمه	۴۱
۴-۲	معادلات حاکم بر موتور هیستریزیس دائم	۴۶
۴-۳	نتایج شبیه سازی	۵۲
۴-۴	مقایسه نتیجه های شبیه ساز:	د
	مرسوم با آهنربای دائم	۵۵
۴-۵	نتیجه گیری	۵۹
	فصل پنجم: کنترل سرعت موتور هیستریزیس	۶۰
۵-۱	مقدمه	۶۱
۵-۲	روش تفکیک متغیر های d و q	۶۲
۵-۳	نتیجه های حاصل از شبیه سازی	۶۴
۵-۴	نتیجه گیری	۷۷
	فصل ششم: شبیه سازی	۷۸
	نتیجه گیری و پیشنهادات	۱۰۷
	منابع	۱۰۸

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

کاربرد موتور هیستریزس در سیستم های دقیق، نظیر ناوبری اینرسی و ثبت کننده های ویدئویی مستلزم داشتن دینامیک سریع و کنترل دقیق این موتور است. سیستم کنترل برداری یک سیستم کنترلی حلقه بسته است که سبب افزایش سرعت پاسخ سیستم میشود و در واقع با استفاده از آن موتورهای جریان متناوب به صورت موتور جریان دائم در نظر گرفته می شوند. موتورهای جریان دائم در کاربردهای بسیاری که نیاز به کنترل دقیق و دینامیک سریع پاسخ است مورد استفاده قرار می گیرند. اما با توجه به معایب بسیار موتورهای جریان دائم، نظیر هزینه زیاد تعمیر و نگهداری؛ استفاده از موتورهای جریان متناوب در سیستم های درایو مورد توجه قرار گرفته است. بنابراین، روش کنترل برداری نیز برای بهبود عملکرد موتورهای جریان متناوب مورد استفاده قرار گرفته است. در این بخش رفتار دینامیکی موتور هیستریزس مرسوم بر اساس مدل دو محوری $d-q$ برسی شده و سپس سیستم کنترل برداری آن شبیه سازی شده است. در ضمن متغیرهای با استفاده از روش فیدبک به خوبی از هم تفکیک شده اند و به صورت d و q محورهای مستقل از هم کنترل شده اند. نتیجه های حاصل از بخش نشان میدهد که استفاده از این روش کنترلی تاثیر چشمگیری در افزایش دینامیک سیستم داشته است.

موتور هیستریزس به طور گسترده ای در کاربردهای کوچک استفاده می شود. این موتور ساختمان ساده ای دارد، با یک سیم پیچی معمولی برای استاتور و یک حلقه هیستریزس برای رتور. این موتور از راه اندازی تا سرعت سنکرون، گشتاور ثابتی تولید می کند و با هر باری که شتاب بگیرد، می تواند به سنکرونی سم برسد. جریان راه اندازی آن به طور معمولاً از $1/8$ برابر جریان بار کامل کمتر است. در ضمن موتور هیستریزس حین عملکرد در عمل بدون نویز است.

این مزایا سبب انتخاب این موتور برای رنج وسیعی از کاربردهای صنعتی و درایوهای با سرعت قابل تنظیم می شود.

به دلیل کاربرد صنعتی و دقیق موتور، بحث کنترل آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

اما در روشهای متفاوت کنترل اسکالر، ولتاژ و یا جریان همراه با فرکانس به عنوان متغیرهای کنترل کننده موتورهای جریان متناوب در نظر گرفته می شوند. در این حالت گشتاور و شارهدو تابعی از ولتاژ (یا جریان) و فرکانس هستند.

لذا این دو متغیر اثر تزویجی متقابل بر یکدیگر خواهند داشت و باعث کندی پاسخ موتور نسبت به تغییر سیگنال مرجع ورودی می شوند [۱]

امروزه در صنایع متفاوت به خاطر وجود این مشکلات در روش کنترل سنتی، از روشهای کنترل برداری به علت عملکرد مطلوب آنها، در سطح گسترده ای استفاده می شود. کنترل برداری امکان کنترل موتور جریان متناوب را به طور مشابه با یک موتور جریان دائم با تحریک مستقل فراهم می سازد.

برای تحلیل و تحقیق سیستم کنترل بر اساس روش مبتنی بر مدل دینامیکی آن استخراج خواهد شد. در سال های اخیر، کارهای زیادی ر
و
اثری موتورهای هیستریزیس با جهت شار رتور شعاعی یا محیطی انجام شده است [۲] چنین تحلیلی بر اساس روش هایی که از حلقه B-H تقریبی مواد هیستریزیس استفاده می کنند، انجام می شود [۳]. تحلیل های عملکرد دینامیکی چنین موتورهایی اهمیت زیادی دارد. باوجود این، تاکنون اطلاعات کمی در بخش های راجع به مشخصات دینامیکی موتور هیستریزیس، وجود دارد. در ضمن در مورد کنترل برداری این موتور نیز کمتر بحث شده است. مقاله های [۴ و ۵] به کنترل برداری موتور هیستریزیس آهنربای دائم (روی رتور این نوع موتور افزون بر حلقه هیستریزیس ماده ای از جنس آهنربای دائم پر انرژی نظیر Nd-Fe-B قرار گرفته است) پرداخته اند ولی به تقریب کنترل برداری موتور هیستریزیس مرسوم در هیچ بخشای بررسی نشده است.

هدف این بخش ارائه مدل ریاضی تقریبی با در نظر گرفتن اثر تلفات فوکو برای پیش بینی رفتار دینامیکی موتور هیستریزیس تحت شرایط عملکرد متفاوت و بررسی سیستم کنترل برداری این موتور با تفکیک متغیرهای محوره های q و d است در این بخش مولفه گشتاور (i_q) و جریان مولفه شار (i_d) به صورت

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

مستقل از هم کنترل شده اند . نتیجه های حاصل از شبیه سازی بیانگر سرعت و دقت پاسخ موتور با استفاده از کنترل برداری است



ز

د

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل اول

مدل سازی موتور هیستریزیس



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۱-۱ مقدمه

در این فصل ابتدا مدل حالت گذاری موتور پسماندی مرسوم بر مبنای مدل $d-q$ استخراج می شود و برای شبیه سازی در محیط نرم افزار MATLAB/SIMULINK آماده می گردد. سپس پاسخ موتور با استفاده از تغذیه های سینوسی، مربعی دو سطح و سه سطحی، یکبار با در نظر گرفتن اثر جریان فوکو و یکبار با صرف نظر کردن از اثر فوکو مورد بررسی قرار می گیرد. این بررسی نشان می دهد که در نظر گرفتن اثر فوکو سبب سریع تر شدن پاسخ سرعت موتور و افزایش گشتاور راه اندازی آن می شود.

۱-۲ مدل مداری موتور هیستریزیس

مدل موتور پسماندی مرسوم با استفاده از فرض های زیر استخراج شده است:

(۱) سیم بندی استاتور توزیع شده و سینوسی است

(۲) شار مغناطیسی در فاصله هوایی شعاعی و در ماده پسماندی رتور محیطی است

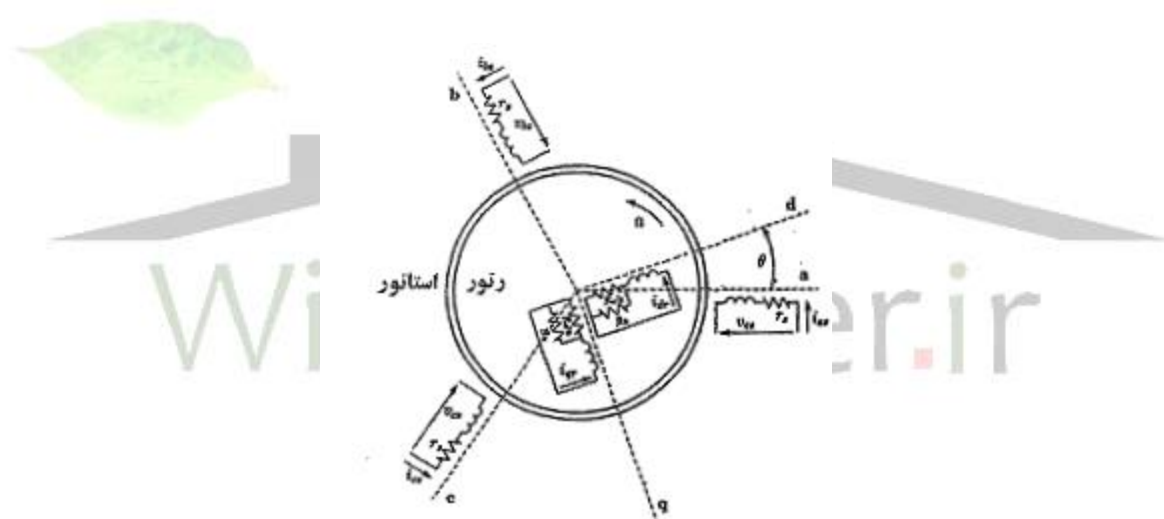
(۳) اثرات پسماند و جریان فوکو مواد پسماند رتور در هر دو حالت عملکرد سنکرون و راه

اندازی مورد توجه قرار گرفته است

(۴) حلقه B-H ماده پسماندی با یک متوازی الاضلاع مدل شده است

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۵) تحلیل های دینامیکی بر اساس پارامترهای ثابت حلقه پسماندی رتور انجام شده است. شکل ۱-۱ مدل مداری موتور پسماندی سه فاز را نشان می دهد. هر سیم بندی استاتور، شار نشتی و شار اصلی ای دارد که با رتور پیوند می خورد. پدیده پسماند در حلقه رتور بایک سیم بندی چند فاز متعادل نمایش داده شده است. تاثیر جریان فوکو رتور، با مقاومت R_e که وابسته به لغزش است، مدل شده است. تاثیر پسماند رتور با مقاومت معادل R_h که مستقل از لغزش است، نمایش داده شده است. لغزش به عنوان تفاوت بین سرعت سنکرون و سرعت واقعی، به سرعت سنکرون تعریف می شود.



شکل ۱-۱: مدل مداری موتور پسماندی سنکرون ۱

با توجه به شکل (۱-۱) معادلات ولتاژ استاتور به صورت زیر نوشته می شود:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$\begin{aligned} V_{as} &= i_{as}r_s + \frac{d\lambda_{as}}{dt} & (V) \\ V_{bs} &= i_{bs}r_s + \frac{d\lambda_{bs}}{dt} & (V) \\ V_{cs} &= i_{cs}r_s + \frac{d\lambda_{cs}}{dt} & (V) \end{aligned} \quad (1-1)$$

و معادلات ولتاژ رتور به صورت زیر خواهد بود

$$\begin{aligned} V_{dr} &= r_r i_{dr} + \frac{d\lambda_{dr}}{dt} = 0 \\ V_{qr} &= r_r i_{qr} + \frac{d\lambda_{qr}}{dt} = 0 \end{aligned} \quad (1-2)$$



که در آنها:

V_{is} (I = a,b,c) ولتاژ فاز i استاتور، i_{is} جریان لحظه ای فاز i، λ_{is} شار دور فاز استاتور λ_{dr}

λ_{qr} نیز به ترتیب شار دور محور d و رتور می باشد با توجه به اتصال کوتاه بودن سیم

پیچی رتور، ولتاژهای d و رتور صفر می باشند.

مقاومت معادل رتور (r_r) حاصل موازی کردن مقاومت معادل پسماندی (R_h) مقاومت معا

دل جریان فوکو (R_e/s) می باشد:

$$r_r = R_h \parallel \frac{R_e}{s} = \frac{R_e R_h}{s R_h + R_e} \quad (1-3)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

پارامترهای وابسته R_h , R_e با توجه به تقریب متوازی الاضلاع منحنی پسماند رتور از

روابط زیر بدست می آیند [1 و 3]:

$$R_e = \frac{12l_r \rho}{10^4 A_h}$$

$$R_h = \frac{mE_g^2}{4B_r H_c V_r f}$$

(۱-۴)

که در آنها:

l_r : طول حلقه رتور

A_h : سطح مقطع حلقه پسماند

E_g : ولتاژ فاصله هوایی

B_r : چگالی شار پسماند ماده پسماند

H_c : نیروی مغناطیس زدا

V_r : حجم حلقه پسماند

P : مقاومت ویژه ماده پسماند

f : فرکانس منبع تغذیه

می باشد.

در نمایش ماتریسی، شار دور سیم پیچی رتور و استاتور بر حسب جریان و اندوکتانس

سیم پیچی به صورت زیر نوشته می شود:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم

$$\begin{bmatrix} \lambda_s^{abc} \\ \lambda_r^{qdo} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{ss}^{abc} & L_{sr} \\ L_{sr} & L_{rr}^{qdo} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_s^{abc} \\ i_r^{qdo} \end{bmatrix} \quad (1-5)$$

با انتقال معادلات شار دور به قاب مرجع گردان با سرعت رتور و تبدیل متغیرهای رتور به

سمت استاتور خواهیم داشت:

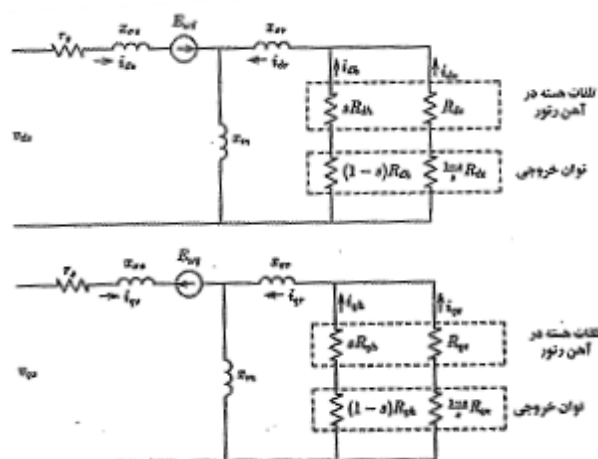
$$\begin{bmatrix} \lambda_{qs} \\ \lambda_{ds} \\ \lambda_{os} \\ \lambda'_{qr} \\ \lambda'_{dr} \\ \lambda'_{or} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_{ls} + L_m & 0 & 0 & L_m & 0 & 0 \\ 0 & L_{ls} + L_m & 0 & 0 & L_m & 0 \\ 0 & 0 & L_{ls} & 0 & 0 & 0 \\ L_m & 0 & 0 & L'_{lr} + L_m & 0 & 0 \\ 0 & L_m & 0 & 0 & L'_{lr} + L_m & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & L'_{lr} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{qs} \\ i_{ds} \\ i_{os} \\ i'_{qr} \\ i'_{dr} \\ i'_{or} \end{bmatrix} \quad (1-6)$$

با جاگذاری معادلات شار دوم در معادلات ولتاژ، مدل مداری موتور پسماندی به صورت

شکل ۲-۱ خواهد بود. عبارت های $E_{\omega q}$, $E_{\omega d}$ در (۷-۱) داده شده اند.

$$\begin{aligned} E_{\omega d} &= (1-s)[(x_{ls} + x_m)i_{qs} + x_m i_{qr}] \\ E_{\omega q} &= (1-s)[(x_{ls} + x_m)i_{ds} + x_m i_{dr}] \end{aligned} \quad (7-1)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۱-۲: مدار معادل الکتریکی موتور هیستریزس

عبارت گشتاور الکترومغناطیسی موتور پسماندی به صورت زیر می باشد:

$$T_{em} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P}{2} (\lambda'_{qr} i'_{dr} - \lambda'_{dr} i'_{qr}) \quad N.m. \quad (۸-۱)$$

روابط مربوط به ولتاژ موتور پسماندی در قابل مرجع گردان با سرعت رتور عبارتند از:

$$\begin{aligned} V_{qs} &= r_s i_{qs} + p \lambda_{qs} + \omega_r \lambda_{ds} \\ V_{ds} &= r_s i_{ds} + p \lambda_{ds} - \omega_r \lambda_{qs} \\ V'_{qr} &= r'_r i'_{qr} + p \lambda'_{qr} \\ V'_{dr} &= r'_r i'_{dr} + p \lambda'_{dr} \end{aligned} \quad (۹-۱)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

(ψ) از شار دور بر ثانیه (L) اندوکتانس و (λ) ماشین به جای شار دور معادلات اغلب در شار دور و اندوکتانس به صورت زیر بدست می آیند: ω_b ضرب مقدار فرکانس زاویه ای پایه این مقادیر به ساده ای با

$$\begin{aligned}\psi &= \omega_b \lambda \\ x &= \omega_b L\end{aligned}\quad (10-1)$$

که در آن $\omega_b = 2\pi f$ که در آن بر حسب رادیان الکتریکی بر ثانیه و f فرکانس نامی بر حسب هرتز می باشد. معادلات ولتاژ موتور پسماندی در قابل مرجع گردان با سرعت رتور بر حسب شار دور بر ثانیه و راکتانس در فرکانس پایه به صورت زیر می باشند:

$$V_{qs} = r_s i_{qs} + \frac{P}{\omega_b} \psi_{qs} + \frac{\omega_r}{\omega_b} \psi_{ds} \quad (11-1)$$

$$V_{ds} = r_s i_{ds} + \frac{P}{\omega_b} \psi_{ds} - \frac{\omega_r}{\omega_b} \psi_{qs}$$

$$V_{dr} = r_r' i_{qr}' + \frac{P}{\omega_b} \psi_{qr}' = 0$$

$$V_{dr}' = r_r' i_{dr}' + \frac{P}{\omega_b} \psi_{dr}' = 0$$

و معادلات شار دور و گشتاور عبارتند از:

$$(12-1)$$

$$\psi_{ds} = X_{ss} i_{ds} + X_m i_{dr}'$$

$$\psi_{qs} = X_{ss} i_{qs} + X_m i_{qr}'$$

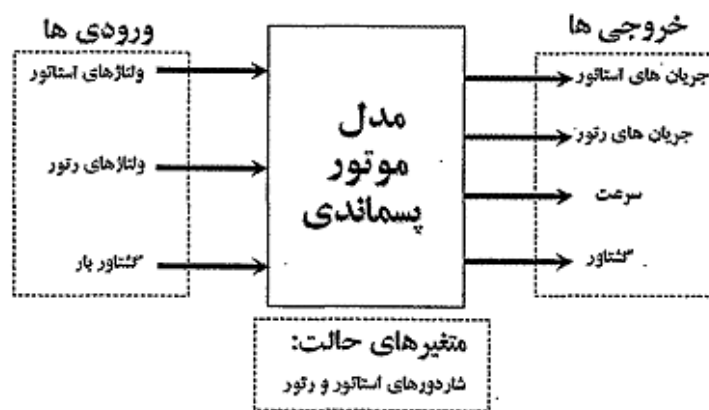
$$\psi_{dr}' = X_m i_{ds} + X_{rr}' i_{dr}'$$

$$\psi_{qr}' = X_m i_{qs} + X_{rr}' i_{qr}'$$

$$T_{em} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P}{2\omega_b} (\psi_{ds} i_{qs} - \psi_{qs} i_{ds})$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

برای شبیه سازی، معادلات حالت با در نظر گرفتن شار دور بر ثانیه به عنوان متغیر حالت، ولتاژ های استاتور و رتور و گشتاور بار به عنوان ورودی و جریان های استاتور و رتور و سرعت زاویه ای به عنوان خروجی، به فرم انتگرالی نوشته می شوند. شکل ها، خروجی ها و متغیرهای حالت در شبیه سازی موتور پسماندی را نشان می دهد.



شکل ۱-۳: نمایش ورودی ها، خروجی ها و متغیرهای حالت در شبیه سازی موتور

پسماندی معادلات حالت به شرح زیر می باشند:

WikiPower.ir

(۱۲-۱)

و رابطه گشتاور موتور به صورت زیر نوشته می شود:

$$T_{em} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P}{2\omega_b} (\psi_{ds} i_{qs} - \psi_{qs} i_{ds})$$

(۱۴-۱)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

برای محاسبه سرعت موتور، معادله حرکت رتور با مساوی قرار دادن گشتاور بار، با مجموع گشتاورهای شتاب دهنده به دست می آید. یعنی:

$$j \frac{d\omega_{rm}}{dt} = T_e - T_{mech} - T_f \quad (N.m.) \quad (15-1)$$

که در آن T_{mech} گشتاور مکانیکی اعمال شده از بیرون (بار) در جهت چرخش رتور و T_f گشتاور میرایی در جهت مخالف چرخش می باشد. اغلب معادله حرکت رتور بر حسب ثابت اینرسی H ، نوشته می شود که از نسبت انرژی جنبشی جرم دوار در سرعت پایه به توان نامی بدست می آید:

$$H = \frac{J\omega_{bm}^2}{2S_b} \quad (16-1)$$

بنابراین معادله حرکت بر حسب مقادیر پریونیت توان و ولتاژ پایه موتور، به صورت زیر بازنویسی می شود:

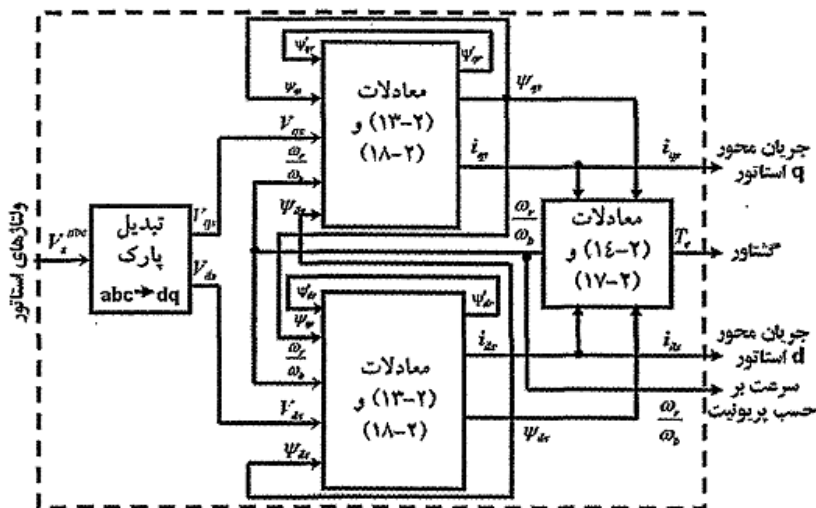
$$2H \frac{d(\omega_r/\omega_b)}{dt} = (T_e + T_{mech} - T_f) \quad \text{per unit} \quad (17-1)$$

از سوی دیگر برای محاسبه جریان ها، با توجه به رابطه (۲-۱۳) داریم:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$\begin{aligned}\psi_{qs} &= x_{\ell s} i_{qs} + \psi_{mq} \rightarrow i_{qs} = \frac{\psi_{qs} - \psi_{mq}}{x_{\ell s}} \\ \psi_{ds} &= x_{\ell s} i_{ds} + \psi_{md} \rightarrow i_{ds} = \frac{\psi_{ds} - \psi_{md}}{x_{\ell s}} \\ \psi'_{qr} &= x'_{\ell r} i'_{qr} + \psi_{mq} \rightarrow i'_{qr} = \frac{\psi'_{qr} - \psi_{mq}}{x'_{\ell r}} \\ \psi'_{dr} &= x'_{\ell r} i'_{dr} + \psi_{md} \rightarrow i'_{dr} = \frac{\psi'_{dr} - \psi_{md}}{x'_{\ell r}}\end{aligned}\quad (18-1)$$

به این ترتیب جریان های استاتور و رتور نیز در دستگاه d-q محاسبه می شوند. بلوک دیاگرام شبیه سازی در شکل ۱-۴ نشان داده شده است. شبیه سازی در دو حالت، با صرف نظر کردن از مقاومت مدل کننده تلفات فوکو و با در نظر گرفتن این مقاومت، در محیط نرم افزار MATLAB/SIMULINK انجام شده است. ضمناً در هر دو حالت پاسخ موتور به ولتاژ سینوسی، مربعی دو سطحی و سه سطحی مورد بررسی قرار گرفته است. بلوک دیاگرام های شبیه سازی در محیط Simulink آمده است.

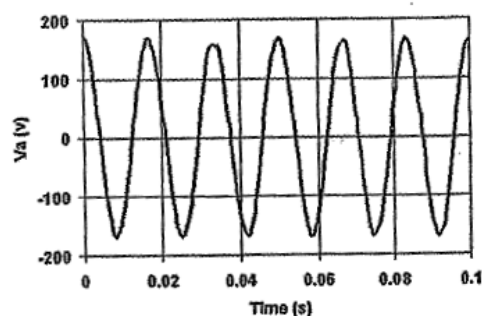


۳-۱ نتایج شبیه سازی حاصل از مدل سازی ریاضی

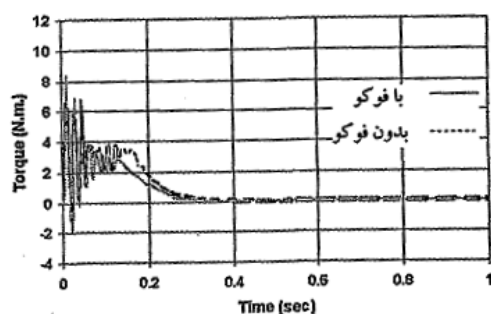
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

نتایج شبیه سازی در شکل های ۲-۵ تا ۲-۷ آمده اند. شکل ۲-۵ نتایج را به ازای ولتاژ تغذیه سینوسی و شکل های ۲-۶ تا ۲-۷ این نتایج را به ازای دو نوع ولتاژ مربعی نشان می دهند.

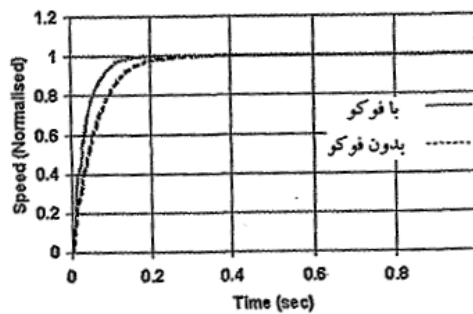
در تمام این شبیه سازی ها، موتور بدون بار و مقدار موثر ولتاژ تغذیه ۲۰۸ ولت می باشد. خط پیوسته مربوط به حالتی است که اثر تلفات فوکو لحاظ شده و خط چین مربوط به حالتی است که از این اثر صرفنظر شده است. مقایسه نتایج این شبیه سازی ها نشان می دهد که در نظر گرفتن مقاومت مدل کننده تلفات فوکو سبب کاهش زمان خیز پاسخ سرعت می شود. زیرا گشتاور موتور پس ماندی به صورت نشان داده شده در شکل ۱-۱۱ است و همانطور که از شکل پیداست؛ گشتاور جریان مذکور در راه اندازی بیشترین مقدار است و به راه اندازی راحت تر کمک می نماید.



(الف)



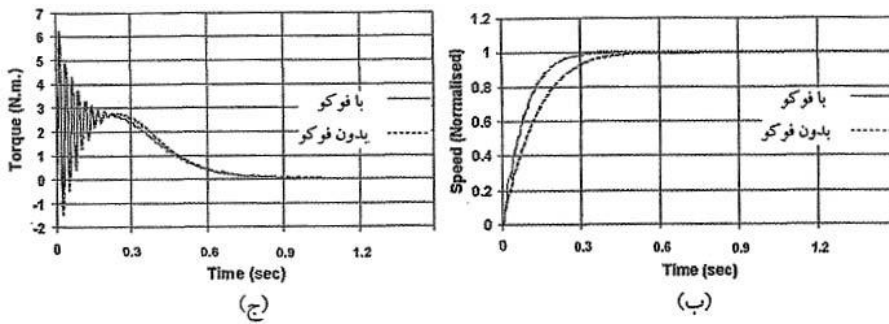
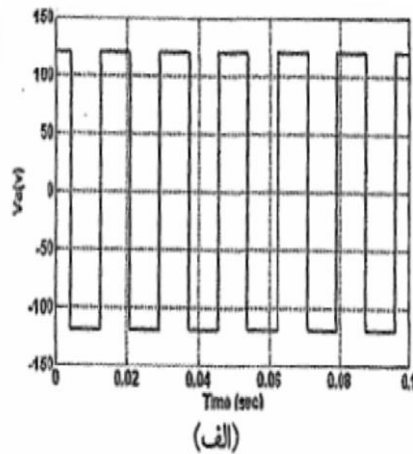
(ج)



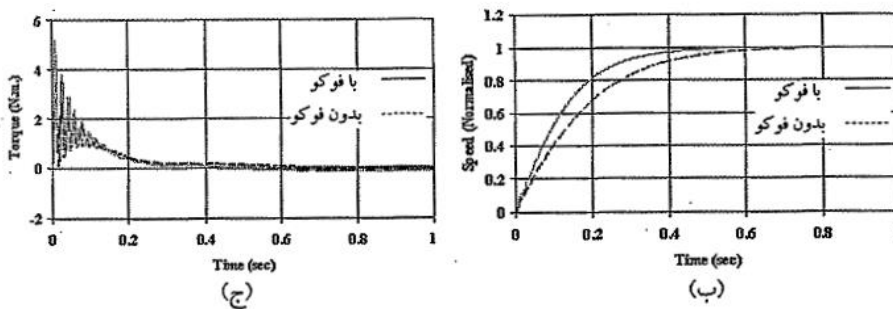
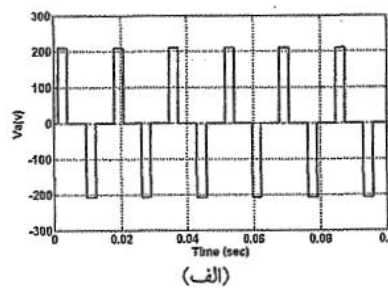
(ب)

شکل ۱-۵: شکل موج های الف : ولتاژ تغذیه ب : سرعت ج : گشتاور الکترومغناطیسی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



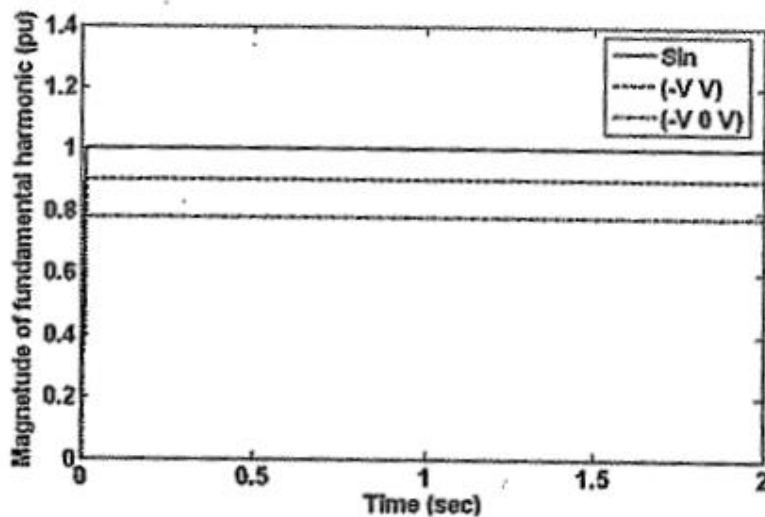
شکل ۶-۱: شکل موج های الف : ولتاژ تغذیه ب : سرعت ج : گشتاور الکترومغناطیسی



شکل ۷-۱: شکل موج های الف : ولتاژ تغذیه ب: سرعت ج : گشتاور الکترومغناطیسی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

همان طور که در شکل های فوق ملاحظه گردید، پاسخ سیستم به ازای ولتاژ سینوسی سریع تر پاسخ و به ازای ولتاژ مربعی دو سطحی سریعتر از پاسخ مربعی سه سطحی است. پیش بینی می شود دامنه هارمونیک اول موج مربعی دو سطحی بیشتر از دامنه مربوط به شکل موج مربعی سه سطحی باشد. برای بررسی بیشتر به تحلیل فوریه شکل موج ها توجه می کنیم. محاسبه هارمونیک اول این شکل موج ها نشان می دهد که دامنه هارمونیک اول شکل موج مربعی دو سطحی، حدود 0.78 دامنه موج سینوسی و در مورد موج مربعی سه سطحی 0.78 موج دامنه موج سینوسی می باشد. این نتیجه با استفاده از بلوک Fourier در نرم افزار Matlab/Simulink در شکل ۸-۱ مشاهده می شود.



شکل ۸-۱: دامنه هارمونیک اول ولتاژهای تغذیه مختلف؛ خط پیوسته سینوسی، خط

چین تغذیه مربعی دو سطحی و خط نقطه تغذیه مربعی سه سطحی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۴-۱ بررسی در نتایج

همان طور که از شکل های حاصل از شبیه سازی مشخص است، اعمال اثر فوکو سبب کاهش زمان خیز پاسخ سرعت موتور، افزایش گشتاور راه اندازی و کاهش زمان نشست سیستم شد. این نتایج با توجه به گشتاور کمی فوکو در راه اندازی قابل توجیه است.

ضمنا رفتار موتور پسماندی به ازای ولتاژهای تغذیه مختلف مورد بررسی قرار گرفت. این تحلیل به ازای سه شکل موج سینوسی، مربعی دو سطحی (+V, -V) و مربعی سه سطحی (+V, 0, -V) با مقدار موثر ولتاژ مساوی (۱۲۰/۰.۸۸۹ ولت) انجام گرفت و نتایج حاصل از آن بیانگر این واقعیت بود که به علت پایین بودن دامنه هارمونیک اول شکل موج مربعی سه سطحی، این شکل موج کندترین پاسخ را در موتور ایجاد می نمود و موج سینوسی، سریع ترین رفتار را داشت. در پایان نتایج فوق در جدول ۱-۱ خلاصه شده و برای درک به تر در نمودار ستونی ۱-۹ آمده است. مدل خطی موتور پسماندی مرسوم، در فصل بعد، مورد بررسی قرار خواهد گرفت و رفتار موتور به ازای اغتشاش پله ای در گشتاور بار و ولتاژ تغذیه با نتایج مرجع مقایسه خواهند شد. تطابق این نتایج صحت پروسه مدل سازی موتور را که در این فصل ارائه شد، نشان می دهد.

جدول ۱-۱: مقایسه نتایج شبیه سازی موتور پسماندی مرسوم با ولتاژهای تغذیه مختلف

و اعمال یا نادیده گرفتن اثر جریان فوکو

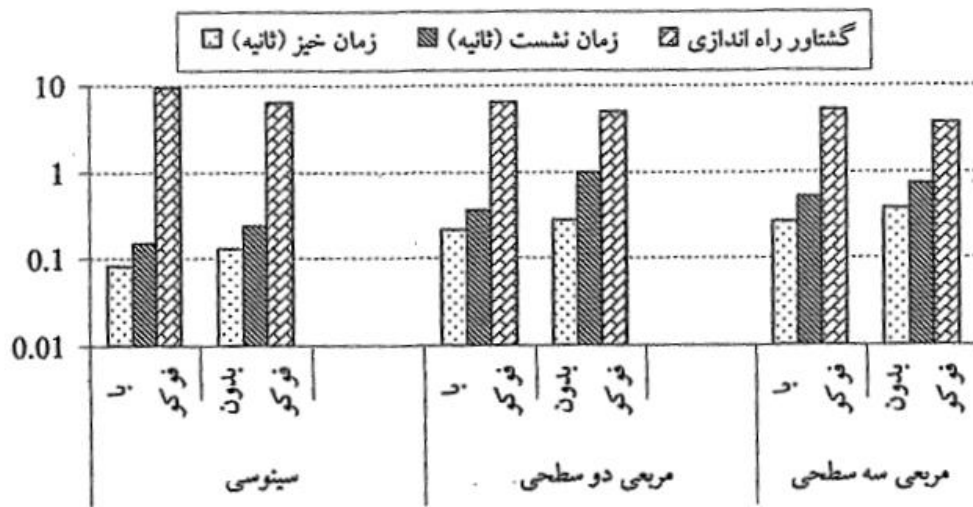
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

		تغذیه سینوسی	تغذیه مربعی دو سطحی	تغذیه مربعی سه سطحی
زمان خیز پاسخ سرعت (میلی ثانیه)	با نادیده گرفتن اثر تلفات فوکو	۱۲۸/۴۱	۲۷۵/۳۲	۳۷۲/۲
	با در نظر گرفتن اثر تلفات فوکو	۸۳/۵۲۲	۲۱۸/۳۸	۲۶۱/۱۳
	نسبت بدون فوکو به با فوکو	۱/۵۳۷۴	۱/۲۶۰۷	۱/۴۲۵۳
زمان نشست پاسخ سرعت (میلی ثانیه)	با نادیده گرفتن اثر تلفات فوکو	۲۴۰/۲۸	۴۸۲/۰۹	۷۲۹/۱۷
	با در نظر گرفتن اثر تلفات فوکو	۱۵۴/۱۷	۳۵۸/۲۶	۵۰۱/۳۹
	نسبت بدون فوکو به با فوکو	۱/۵۵۸۵	۱/۳۴۵۶	۱/۴۵۴۳
گشتاور راه اندازی	با نادیده گرفتن اثر تلفات فوکو	۶/۲۳۸۶	۵/۰۴۹۶	۳/۶۳۲۲
	با در نظر گرفتن اثر تلفات فوکو	۹/۷۲۸۷	۶/۲۳۸۶	۵/۱۴۹
	نسبت بدون فوکو به با فوکو	۱/۵۵۹۴	۱/۲۳۵۵	۱/۴۱۷۶

جدول ۱-۱: مقایسه نتایج شبیه سازی موتور پسماندی مرسوم با ولتاژ های تغذیه

مختلف و اعمال یا نادیده گرفتن اثر جریان فوکو

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۱-۹: خلاصه جدول ۱-۱ به صورت نمودار ستونی (محور عمودی به صورت

لگاریتمی تقسیم بندی شده است)



WikiPower.ir

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل دوم

مدل خطی موتور پسماندی مرسوم



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۱-۲ مقدمه

با توجه به مزایای فراوان موتور پسماندی که در بخش های گذشته به آن اشاره شده؛ در سال های اخیر، کارهای زیادی روی عملکرد حالت دائمی موتورهای پسماندی با جهت شارر تور شعاعی یا محیطی انجام شده است. اما تحلیل عملکرد دینامیکی چنین موتورهایی برای مطالعه پایداری و طراحی بهینه اهمیت زیادی دارد. رفتار دینامیکی این موتورها به وسیله مجموعه معادلات دیفرانسیل غیر خطی که در فصل قبل نیز به آن اشاره شد، مورد بررسی قرار می گیرند. این معادلات برای اغتشاش های کوچک نزدیک نقطه تعادل، خطی می شوند. با خطی کردن مدل موتور پسماندی، می توان مقادیر ویژه موتور را در هر نقطه کار محاسبه نمود و سپس با استفاده از روش های کنترل خطی و مدرن، موتور را کنترل نمود. هماهنگی و تطابق نتایج شبیه سازی با نتایج مرجع نشان می دهد که مدل موتور که در فصل دوم به صورت مفصل به آن پرداختیم، به درستی ساخته شده و به عبارت دیگر نتایج این فصل تائیدی برای نتایج فصل قبل نیز می باشد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۲-۲ خطی سازی

همانطور که از فصل قبل می دانیم، معادلات ولتاژ غیر خطی موتور پسماندی درد ستگاه

گردان سنکرون به صورت زیر نوشته می شوند [۲]:

$$\begin{bmatrix} v_{ds} \\ v_{qs} \\ v_{dr}^1 \\ v_{qr}^1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_s + \frac{p}{\omega_b} x_{ss} - \frac{\omega_r}{\omega_b} x_{ss} \frac{p}{\omega_b} x_m - \frac{\omega_r}{\omega_b} x_m \\ \frac{\omega_r}{\omega_b} x_{ss} r_s + \frac{p}{\omega_b} x_{ss} \frac{\omega_r}{\omega_b} x_m \frac{p}{\omega_b} x_m \\ \frac{p}{\omega_b} x_{ss} \omega_r' + \frac{p}{\omega_b} x_{rr}' \\ \omega \frac{p}{\omega_b} x_m \omega_r' + \frac{p}{\omega_b} x_{rr}' \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{ds} \\ i_{qs} \\ i_{dr}' \\ i_{qr}' \end{bmatrix} \quad (1-2)$$

رابطه گشتاور الکترومغناطیسی سه فاز در موتور π قطب به صورت زیر می باشد

$$t_e = \left(\frac{3}{2}\right) \left(\frac{p}{2}\right) l_m (i_{qs} i_{dr}' - i_{ds} i_{qr}') \quad (2-2)$$

و معادله تعادل گشتاور نیز به صورت ارائه شده در رابطه (۲-۱۵) است. در این روابط:

v_{qs}, v_{ds} : ولتاژ های استاتور محور **q,d**

v_{dr}', v_{qr}' : ولتاژ های رتور محور **q,d**

i_{qs}, i_{ds} : جریان های استاتور محور **q,d**

i_{dr}', i_{qr}' : جریان های رتور محور **q,d**

x_{ss}, r_s : مقاومت و راکتانس مدار استاتور

x_{rr}', r_r' : مقاومت و راکتانس مدار رتور

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

L_m : اندوکتانس مغناطیس کننده

ω_b : فرکانس زاویه ای مبنا

ω_r : فرکانس زاویه ای رتور

$$\frac{d}{dt} : P$$

P: تعداد قطب ها

می باشد.

برای خطی کردن معادلات دیفرانسیل غیر خطی فوق می توان از روش اغتشاش، حول

نقطه کار و یا توابع `Linmos, trim` نرم افزار MATLAB استفاده نمود. به این ترتیب،

معادلات سیستم خطی به صورت زیر حاصل میشوند:

$$\nabla \dot{X} = A\nabla X + B\nabla U \quad (3-2)$$

$$\nabla Y = C\nabla X + D\nabla U$$

که X بردار n بعدی متغیر های حالت، U بردار m بعدی متغیر ورودی، A ماتریس ثابت

$B, n \times n$ ماتریس ثابت $n \times m$ است. D, C به خروجی های تعریف شده بستگی، داریم:

$$X = \left[\psi_{qs}, \psi_{ds}, \psi_{qr}, \psi_{dr}, \frac{\omega_r}{\omega_b}, \delta \right]^{-1}$$

$$u = \left[V_{qs}, V_{ds}, T_{mech} \right]^{-1} \quad (4-2)$$

$$Y = \left[T_e, i_{ds}, i_{qs}, \frac{\omega_r}{\omega_b}, \delta \right]^{-1}$$

برای محاسبه مقادیر عددی ماتریس های $[A, B, X, \Delta]$ ، ابتدا مقادیر حالت ماندگار سیستم

در برخی نقاط کار با استفاده از تابع `trim` سیمولینک مشخص می شود، سپس با استفاده

از تابع `Linmod` این ماتریس در مدل سیگنال کوچک سیستم غیر خطی حول نقطه

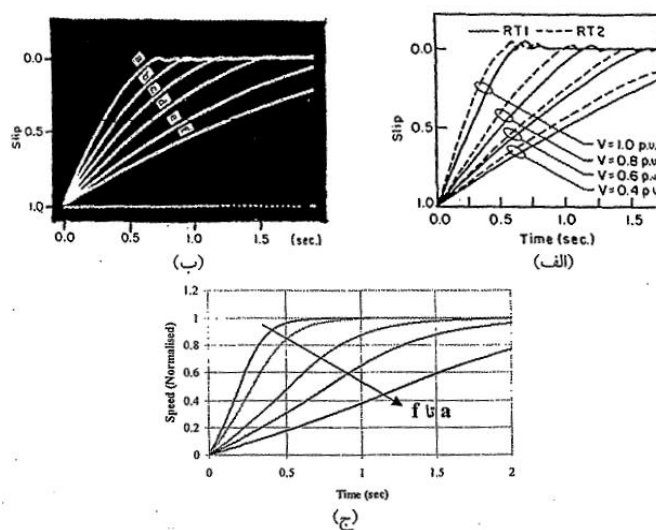
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

عملکرد حالت ماندگار محاسبه می شوند. متن ll فایل این شبیه سازی در ضمیمه ۳- الف آمده است و مشخصات موتور مورد بررسی نیز که از مرجع [۵و۲] گرفته شده است.

۳-۲ بررسی نتایج خطی سازی

نتایج شبیه سازی با نتایج موتور PT-2 از [۵] مقایسه شده است. شکل ۱-۲ تغییرات محاسبه و اندازه گیری شده لغزش بر حسب زمان را برای PT-2 در بی باری و ولتاژهای تغذیه مختلف نشان می دهد. شکل ۱-۲- الف نتیجه شبیه سازی [۵]. شکل ۱-۲- ب نتایج تست عملی روی این موتور از [۵] و شکل ۱-۲- ج نتیجه شبیه سازی حاضر می باشد. نتیجه شبیه سازی [۵] به ازای ولتاژ تغذیه یک پریونیت پس از حدود ۰/۸۵ ثانیه به حالت پایدار می رسد، نتیجه تست عملی این مرجع پس از حدود ۰/۷۲ ثانیه و نتیجه شبیه سازی این پروژه ۰/۶۹۸۳ ثانیه به حالت ماندگار می رسد. علت تفاوت نتایج شبیه سازی و تست عملی در نظر نگرفتن اثر اشباع در دو شبیه سازی و اثر فوکو در شبیه سازی [۵] است. ضمناً این نمودارها نشان می دهند که موتور می تواند در ولتاژهای کم (کمتر از 0.5 PU) هم سنکرون شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل ۱-۲: لغزش بر حسب زمان برای ولتاژ های تغذیه مختلف

$(a; v = 1 pu, b: v = 0.85 pu, c: v = 0.75 pu, d: v = 0.65 pu, e: v = 0.55 pu, f: v = 0.50 pu)$

نتیجه شبیه سازی از [۵]، ب: تست عملی روی موتور PT-2 از ج: نتیجه شبیه سازی

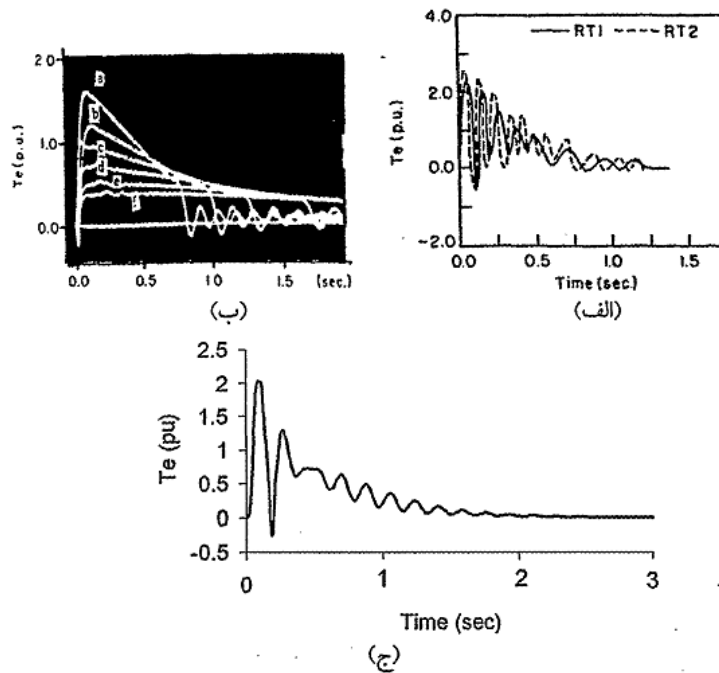
حاضر

شکل ۲-۲ تغییرات گشتاور بر حسب زمان را طی پروسه شتاب گیری برای موتور PT-2 در بی باری و با تغییر ولتاژ نشان می دهد. شکل ۲-۲ الف منحنی گشتاور - زمان محاسبه شده در [۵] را به ازای یک پریونیت نشان می دهد و ۲-۲ ب منحنی ناشی از تست عملی، ۲-۲ ج منحنی شبیه سازی حاضر را به ازای ولتاژ یک پریونیت نشان می دهد. این شکل ها نشان می دهند که موتور پسماندی گشتاور راه اندازی بالایی که ناشی از اثرات پسماندو فوکو است، تولید می نماید و در سرعت های کمتر، گشتاور بیشتر است. وقتی رتور به سرعت سنکرون می رسد، سرعت شارررتور با سرعت شار استاتور یکی می شود و گشتاور ناشی از جریان فوکو ناپدید می شود. گشتاور راه اندازی در نتیجه شبیه سازی [۵] حدود ۲/۴ پریونیت، در تست عملی حدود ۱/۷ و در شبیه سازی این پروژه حدود دو پریونیت است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

تفاوت نتایج شبیه سازی و تست عملی مربوط به نادیده گرفتن اثر اشباع دو شبیه سازی و اثر

جریان فوکو در شبیه سازی [۵]



شکل ۲-۲: تغییرات گشتاور بر حسب زمان طی پروسه شتاب گیری با تغییر ولتاژ تغذیه

($a: v = 1 pu, b: v = 0.85 pu, c: v = 0.75 pu, d: v = 0.65 pu, e: v = 0.55 pu, f: v = 0.50 pu$.)

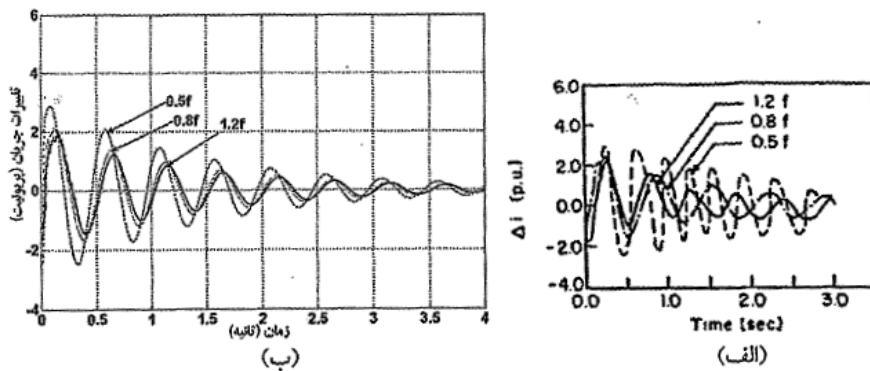
الف: گشتاور - زمان محاسبه شده در [۵] به ازای $v = 1 pu$ ، ب: تست عملی روی موتور

ج: شبیه سازی حاضر به ازای $v = 1 pu$ شکل ۲-۳ پاسخ دینامیکی جریان ورودی

ا: استاتور (∇i) موتور پسماندی را برای پله ای در گشتاور بار ($\nabla T_L = 0.4 pu$) و تغییر فرکانس

تغذیه ماشین (f) نشان می دهد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

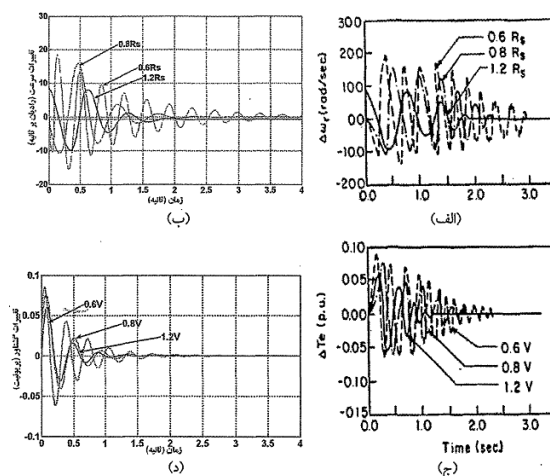


شکل ۲-۳: پاسخ دینامیکی جریان ورودی استاتور (∇i) برای فرکانس های تغذیه مختلف و تغییر پله ای در گشتاور بار ($\nabla T_L = 0.4 pu$) الف: نتیجه [۵] نتیجه شبیه سازی این پروژه فرکانس و دامنه نوسانات در نتیجه حاصل از شبیه سازی [۵] به ازای فرکانس تغذیه ۱/۲ هرتز به ترتیب دو هرتز و دو پریونیت است. این موارد برای نتیجه شبیه سازی پروژه به ترتیب دو هرتز و ۱/۹ پریونین می باشد. در مورد بقیه شکل موج ها (فرکانس تغذیه ۰/۸ و ۰/۵ هرتز) نیز هماهنگی خوبی بین نتایج دو شبیه سازی وجود دارد. در ضمن این نتایج نشان می دهند که میرایی موتور با افزایش فرکانس تغذیه افزایش می یابد.

شکل ۲-۴: پاسخ دینامیکی موتور پسماندی را برای تغییرات پله ای در ولتاژ تغذیه ($\nabla v = 0.2 pu$) و تغییر پارامترهای ماشین نشان می دهد. شکل ۲-۴ الف رفتار دینامیکی سرعت ($\nabla \omega_r$) را برای مقاومت های استاتور مختلف از [۵] نشان می دهد ۱-۴-ب همین نمودار را برای شبیه سازی این پروژه نشان می دهد. ملاحظه می شود که به ازای مقاومت استاتور 1.2pu دامنه اولین نوسان در نتیجه شبیه سازی [۵] حدود نه رادیان بر ثانیه و برای نتیجه پروژه حدود ۸/۷ رادیان بر ثانیه است. فرکانس نوسانات برای هر دو شبیه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سازی حدو ۱/۵ هرتز می باشد. ضمنا این شکل موج ها نشان می دهند که با کاهش مقدار pu، موتور رفتار نوسانی تری از خود نشان می دهد.



شکل ۲-۴: پاسخ دینامیکی موتور برای تغییرات پله ای در ولتاژ ($\nabla v = 0.2 pu$) و تغییرات

پارامترهای ماشین (الف) سرعت ($\nabla \omega_r$) برای مقاومت های استاتور مختلف (pu) از [۵].

(ب) همین نمودار برای روش شبیه سازی اخیر. (ج) گشتاور (∇T) برای ولتاژهای تغذیه

مختلف از [۵] و (د) نتیجه ج برای روش پیشنهادی

شکل ۲-۴ ج رفتار دینامیکی گشتاور (∇T) برای ولتاژهای تغذیه مختلف از [۵] نشان می

دهد و ۴-د این نتایج را به ازای روش پیشنهادی نشان می دهد. در شکل ۲-۴ ج به ازای

ولتاژ تغذیه ۰/۶ ولت، دامنه اولین نوسان ۰/۰۸۵ پریونیت با فرکانس سه هرتز است و پس از

۲/۴ ثانیه نوسانات مستهلک شده اند. در نتیجه شبیه سازی این پروژه به ازای این ولتاژ

تغذیه، دامنه اولین نوسان ۰/۰۸۴۸ پریونیت می باشد و نو سانات با فرکانس سه هرتز، پس از

۲/۲۵ ثانیه میرا شده اند. این مقایسه و مقایسه نتایج به ازای ولتاژهای تغذیه دیگر هماهنگی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

و تطابق خوب نتایج پروژه با [۵] رانشان می دهد. بعلاوه از شکل ها مشخص است که با افزایش ولتاژ، زمان نوسانات کاهش می یابد و پاسخ سیستم سریعتر می شود.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

۲-۴ نتیجه گیری

در این فصل، یک تحلیل جدید برای پیش بینی رفتار دینامیکی موتور های پسماندی سه فاز با در نظر گرفتن اثر تلفات فوکو ارائه شد. نتایج نشان می دهند که موتور پسماندی در ولتاژ نامی، مشکل سنکرون شدن ندارد و موتور به ازای ولتاژ تغذیه $0/5$ پریونیت هم به خوبی سنکرون می شود.

بعلاوه مطالعه پایداری نیز انجام شد. پاسخ های دینامیکی موتور های پسماندی برای اغتشاش های کوچک در گشتاور بار و ولتاژ تغذیه، ارائه شد. در این مطالعه، نتایج شبیه سازی با نتایج تست عملی مرجع [۵] مقایسه شد. مقایسه نشان داد که هماهنگی خوبی بین نتایج شبیه سازی پروژه که براساس مدل فصل قبل محاسبه شده و نتایج مرجع [۵] وجود دارد. در فصل بعد، براساس مدل خطی موتور پسماندی مرسوم که در این فصل بررسی شد، روش هایی برای میرا نمودن نوسانات در این موتور ها ارائه می شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل سوم

مدل سازی روش های میرا نمودن

نوسانات مکانیکی در موتورهای هیستریزیس



WikiPower.ir

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۳-۱ مقدمه

در این فصل از معادلات دینامیکی خطی شده موتور که در فصل سوم استخراج شد، استفاده می شود و مقادیر ویژه موتور پسماندی مرسوم در هر نقطه کار محاسبه می گردد. نتایج فصل قبل نشان می دهند که در اثر اعمال اغتشاش کوچک در ولتاژ تغذیه یا گشتاور بار موتور از خود رفتار نوسانی نشان می دهد که همان نوسانات یکنواخت مکانیکی موتور است. در این فصل سعی بر آن است که با استفاده از روش های کنترل خطی و کنترل مدرن، موتور را به نحوی کنترل کنیم که دامنه و زمان این نوسانات به حداقل ممکن برسد. در این روش موتور به صورت یک سیستم با مقادیر ویژه مشخص در نظر گرفته می شود.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۲-۳- بررسی روش های میرا نمودن نوسانات یکنواخت مکانیکی

در این قسمت به بررسی روش های مختلف میرا نمودن نوسانات کم دامنه مکانیکی می پردازیم. مدل ماشین مورد استفاده در این فصل، همان مدل خطی شده موتور پسماندی مرسوم است که در فصل سوم مورد بررسی قرار گرفت.

روش های عمده برای رفع این پدیده عبارتند از:

الف) فیدبک سرعت

ب) فیدبک حالت (جابجایی مقادیر ویژه

ج) استفاده از کنترلر بهینه (جابجایی بهینه مقادیر ویژه)

در ادامه هر یک از این روش ها به تفصیل مورد بررسی قرار می گیرد و مزایا و معایب آنها

بیان می شود.

WikiPower.ir

۲-۳-۱ استفاده از روش فیدبک سرعت

ایده استفاده از مشتق سیگنال راه انداز برای بهبود میرایی سیستم از گذشته دور مورد توجه بوده است. در این روش مشتق سیگنال خروجی، فیدبک شده و با سیگنال راه انداز سیستم جمع جبری می شود. در واقع کنترل از طریق فیدبک سرعت دقیقا همان اثر کنترل PD را دارد [۸]. تئوری این روش در [۸۰۶] آمده است.

مرجع [۷] با استفاده از این روش نوسانات را در یک موتور پسماندی مرسوم دوفاز، ۷/۵

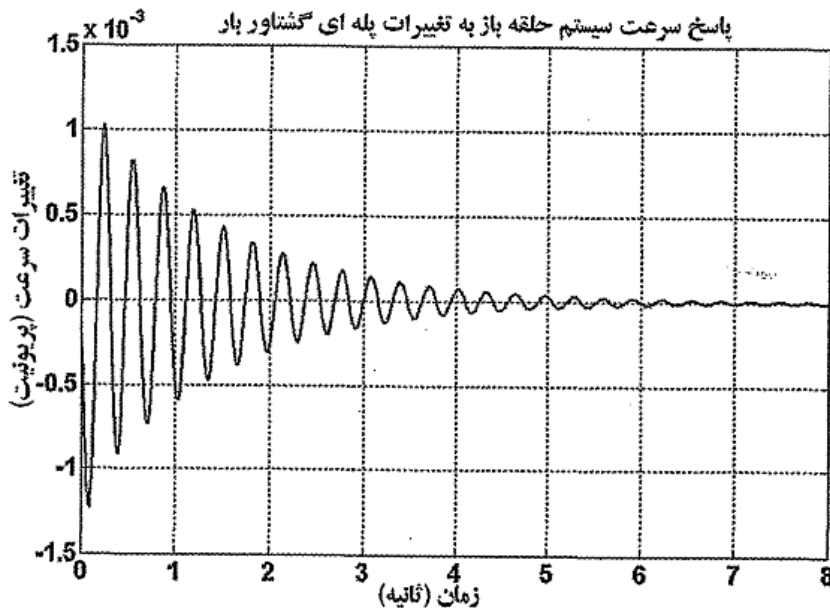
ولت، ۴۸۰ هرتز و چهار قطب؛ میرا نموده است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

در مورد موتور پسماندی سه فاز مورد بحث در این پروژه، با استفاده از معادلات خطی شده

فصل قبل، تبدیل $\frac{\nabla \omega}{\nabla T_L}$ با استفاده از دستور "tf" نرم افزار "MATLAB" محاسبه می شوند.

شکل ۱-۳ پاسخ پله این سیستم حلقه باز را نشان می دهد.



شکل ۱-۳: تغییرات پریونیت سرعت در ازای اعمال اغتشاش پله ای گشتاور بار برای سیستم حلقه باز

این سیستم بسیار نوسانی است. زمان نشت نوسانات این پاسخ حدود هفت ثانیه است.

فروجهش ماکزیمم حدود $10^{-3} \times 1/22481$ پریونیت می باشد.

معادله مشخصه این سیستم به صورت (۱-۳) می باشد:

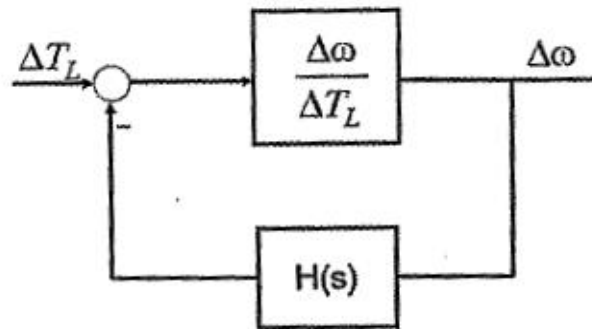
$$(1-3) \quad \frac{\Delta \omega}{\Delta T_L} = \frac{-1.205s^2 - 1859.6s^4 - 2.682e05s^2 - 9.034e6s^2 - 3.102eVs}{s^6 + 21.64s^5 + 1.420e05s^4 + 1.271e6s^3 + 6.019eVs^2 + 4.279e8s + 7.934e8}$$

شکل ۲-۲ نمودار بلوکی سیستم حلقه بسته با استفاده از فیدبک سرعت را نشان می

دهد. تابع تبدیل مسیر فیدبک (H(s)) به صورت (۲-۳) تعریفی می شود.

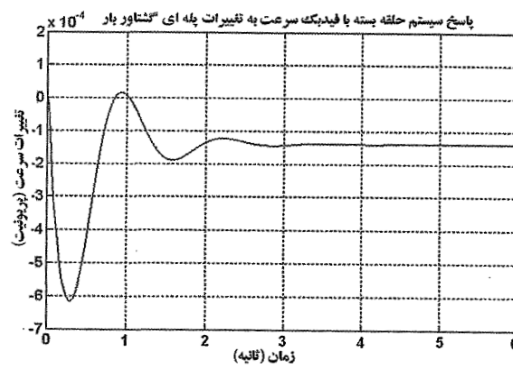
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$H(s) = K_1 + K_2s + K_3s^2 + K_4s^3 + K_5s^4 + K_6s^5 \quad (2-3)$$



شکل ۲-۳: نمودار بلوکی سیستم حلقه بسته با استفاده از فیدبک سرعت

از آنجا که معادله مشخصه مورد بحث از درجه شش است؛ علاوه بر خروجی، مشتقات اول تا پنجم خروجی نیز فیدبک شوند. شکل ۳-۳ پاسخ سیستم حلقه بسته را به تغییرات پله گشتاور بار نشان می دهد.



شکل ۳-۳: تغییرات پرینیت سرعت در ازای اعمال اغتشاش پله ای گشتاور بار برای سیستم حلقه

بسته با استفاده از فیدبک سرعت

جدول ۱-۳ نتایج حاصل از شبیه سازی سیستم های حلقه بسته و حلقه باز به روش

فیدبک سرعت را نشان می دهد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

جدول ۱-۳: مقایسه عملکرد موتور تحت سیستم حلقه باز و حلقه بسته با روش فیدبک

سرعت

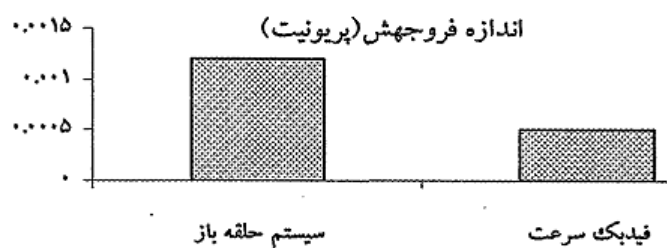
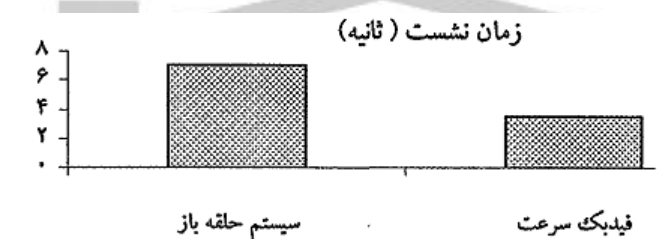
	زمان نشست (ثانیه)	فروجهش (پریونیت)
پاسخ سیستم حلقه باز	≈ 7	$-1/2 \times 10^{-3}$
پاسخ سیستم با فیدبک سرعت	۳/۴۴۰	-5×10^{-4}

جدول ۱-۳: مقایسه عملکرد موتور تحت سیستم حلقه باز و حلقه بسته با روش فیدبک سرعت

جدول ۱-۳ نشان می دهد که زمان نشست و دامنه نوسانات نسبت به حالت حلقه باز

بهبود یافته است. نمودار ستونی این نتایج که در شکل ۳-۴ آمده است، این موضوع را به

خوبی نشان می دهد.



شکل ۳-۴: نمودار ستونی مقایسه عملکرد موتور تحت سیستم حلقه باز و حلقه بسته با روش فیدبک

سرعت

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

لازم به توضیح است که اگر معادله مشخصه حلقه باز سیستم درجه دو باشد، باید مشتق خروجی (\dot{y}) فیدبک شود، در حالی که اگر از درجه سوم باشد، علاوه بر مشتق اول، باید از فیدبک مشتق دوم خروجی برای اضافه کردن درجه آزادی به جبران ساز استفاده کنیم. لیکن باید توجه داشت که استفاده از این مشتق گیری های پی در پی برای پایدار سازی سیستم های مرتبه بالا از نظر کاربردی عملی نیست. لذا باید از روش هایی برای حل مساله پایدار سازی سیستم های مرتبه بالا استفاده [۴]. یکی از روش های پیشنهادی، توسط ریسانن ارائه گردید [۴ و ۷]. وی بر اساس دستاوردهای کالمن در زمینه فضای حالت، به این نتیجه مهم رسید که تمام اطلاعات جاری سیستم، در متغیرهای حالت و بردار حالت موجوداند و هر آنچه از خروجی و مشتقات آن بدست می آید در متغیرهای حالت نیز یافت می شود [۴ و ۶]. ریسانن نشان داد که با فیدبک متغیرهای حالت به جای فیدبک خروجی و مشتقات آن، می توان به شرط کنترل پذیری سیستم، آن را پایدار کرد و به هر معادله مشخصه مطلوب حلقه بسته دست پیدا کرد.

با توجه به توضیحات فوق، در ادامه، کنترل موتور پسماندی مرسوم و میرا نمودن نوسانات آن با استفاده از فیدبک حالت مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲-۲-۳ استفاده از روش فیدبک حالت

در واقع با استفاده از روش فیدبک حالت، قطب های حلقه بسته در مکان های مطلوب جاییابی می شوند. برای این منظور معادلات حالت سیستم به صورت زیر نوشته می شوند:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$\begin{aligned}\Delta \dot{X} &= A\Delta X + B\Delta U \\ \Delta Y &= C\Delta X + D\Delta U\end{aligned}\quad (3-3)$$

که Ξ بردار متغیر های حالت v بعدی، Y بردار متغیر وردی M بعدی، A ماتریس ثابت $n \times n$ ، B ماتریس ثابت $n \times m$ است ΔX به خروجی های تعریف شده بستگی دارند. برای شبیه سازی این پروژه داریم:

$$\begin{aligned}\Delta X &= \left[\Delta \psi_{qs}, \Delta \psi_{ds}, \Delta \psi'_{qr}, \Delta \psi'_{dr}, \frac{\Delta \varpi_r}{\varpi_b}, \Delta \delta \right]^T \\ \Delta U &= \left[\Delta V_{qs}, \Delta V_{ds}, \Delta T_L \right]^T \\ \Delta Y &= \left[\Delta i_{qs}, \Delta i_{ds}, \Delta T_e, \frac{\Delta \varpi_r}{\varpi_b}, \Delta i_s, \Delta \delta \right]^T\end{aligned}\quad (4-3)$$

و علامت (.) بر روی بردار x ، نشان دهنده عملگر d/dt است.

شکل ۳-۲ پاسخ سرعت سیستم حلقه باز را به ورودی پله ای گشتاور بار نشان می دهد. با توجه به توضیحاتی که قبلا در مورد این شکل بیان شد، اهداف کنترلی به شرح زیر مشخص می شوند:

* از بین رفتن نوسانات

* کاهش فروجهش حداکثر

* کاهش زمان نشست

قبل از استفاده از روش کنترل حالت، کنترل پذیری و رویت پذیری سیستم با استفاده از

روابط (۳-۵) و (۳-۶) بررسی می گردد:

$$\det(R_o \cdot R_o^T) = or \neq 0 \quad (5-3)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$\det(R_c \cdot R_c^T) = or \neq 0 \quad (۶-۳)$$

که در آنها

$$R_c [B A B A^T B \dots A^{n-1} B] \quad (۷-۳)$$

$$R_c [C^T A^T C^T A^T C^T \dots A^{T^{n-1}} C^T] \quad (۸-۳)$$

در صورتی که تساوی های (۵-۳) و (۶-۳) برقرار نباشد، سیستم کنترل پذیر و رویت پذیر خواهد بود. با توجه به کنترل پذیری و رویت پذیر سیستم مورد بررسی، می توانیم از روش فیدبک حالت برای پایدار کردن نوسانات مکانیکی استفاده کنیم. مقادیر ویژه سیستم حلقه باز مورد بررسی به صورت زیر می باشد:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= -3.5 \\ \lambda_2 &= -4 \\ \lambda_3 &= -6.373 + 376.92i \\ \lambda_4 &= -6.373 - 376.92i \\ \lambda_5 &= -0.698 + 19.968i \\ \lambda_6 &= -0.698 - 19.968i \end{aligned} \quad (۹-۳)$$

نسبت میرایی مورد مکانیکی، در این سیستم؛ ۰/۰۴۴۵۳ می باشد. بدیهی است افزایش نسبت میرایی (ξ) سبب میرا تر شدن پاسخ سیستم خواهد بود؛ اما کند شدن سیستم را در پی دارد. $\xi = 0/3$ ، قطب های غالب سیستم که باید به صورت مزدوج مختلط باشند از رابطه زیر محاسبه می شوند:

$$S_{1,2} = -a \pm j\omega_d \quad (۱۰-۳)$$

که در آن α ضریب میرایی ω_d فرکانس میرایی است و از رابطه زیر بدست می آیند:

$$\begin{aligned} a = \xi \omega_n &= 6.2796 \\ \omega_d = \omega_n \sqrt{1 - \xi^2} = 19.968 &\Rightarrow S_{1,2} = -6.2796 \pm j19.968 \end{aligned} \quad (۱۱-۳)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر سایت و به همراه فونت های لازم

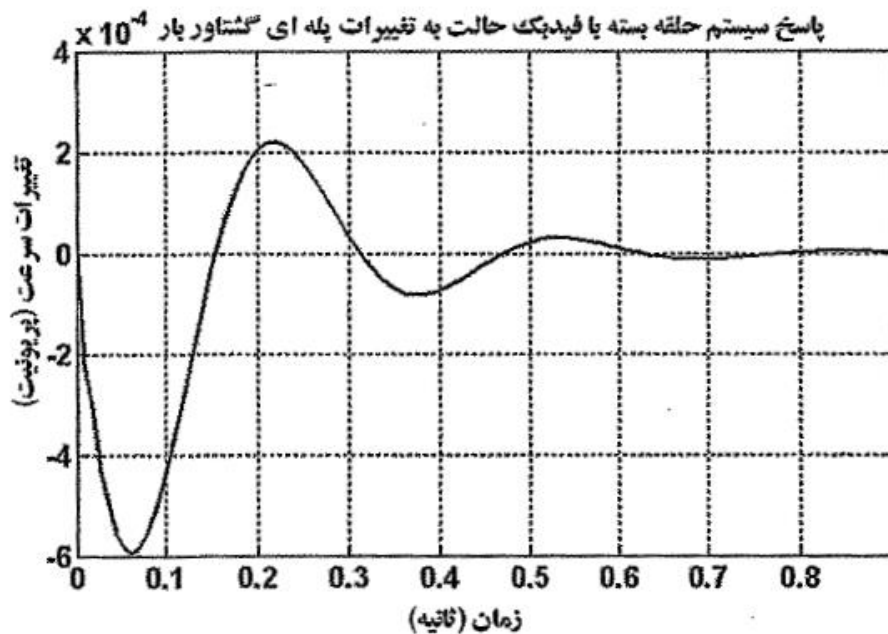
برای اینکه مقادیر ویژه $s_{1,2}$ تعیین کننده رفتار سیستم باشند کافی است سایر مقادیر، در ناحیه مقادیر ویژه کم اثر قرار گیرند. برای این منظور لازم است مقدار حقیقی قطب های کم اثر، پنج تا ده برابر مقدار حقیقی قطب های غالب باشد. لذا بردار مقادیر ویژه سیستم به بردار مطلوب زیر تبدیل می شود:

$$\begin{aligned} \lambda_1 &= -32 \\ \lambda_2 &= -38 \\ \lambda_3 &= -35 + 376.92i \\ \lambda_4 &= -35 - 376.92i \\ \lambda_5 &= -6.2796 + 19.968i \\ \lambda_6 &= -6.2796 - 19.968i \end{aligned} \quad (3-12)$$

ماتریس فیدبک حاصل از این مقادیر ویژه به صورت زیر است:

$$K = \begin{bmatrix} -0.0675 & 0.3787 & -0.864 & -0.0766 & 1.3657 & -68.7000 \\ 1.2980 & -0.8072 & -0.5502 & 0.4246 & 31.5354 & 160.9986 \\ 2.1135 & -1.7773 & 0.0646 & -2.4804 & 418.8852 & -649.5773 \end{bmatrix}$$

با اعمال این ماتریس فیدبک به سیستم، پاسخ پله آن به صورت شکل ۳-۵ در می آید.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

شکل ۳-۵: تغییرات پریونیت سرعت درازای اعمال اغتشاش پله ای گشتاور بار برای

سیستم حلقه بسته به روش فیدبک حالت

نتایج کنترلی حاصل از روش جایابی قطب ها در مقایسه با روش حلقه باز به صورت

جدول زیر خلاصه شده است:

جدول ۳-۲: مقایسه عملکرد موتور تحت سیستم حلقه باز و حلقه بسته با روش جایابی قطب ها

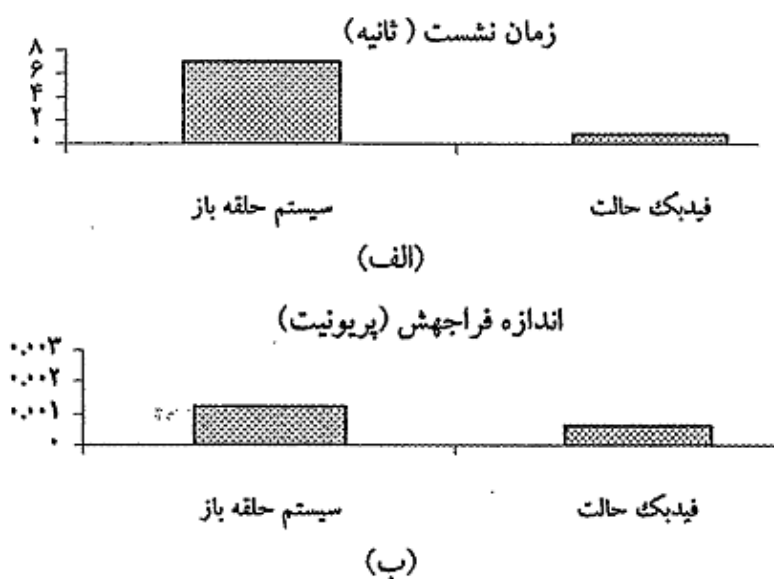
فروجهش (پریونیت)	زمان نشست (ثانیه)	پاسخ سیستم حلقه باز
$-1/2 \times 10^{-3}$	≈ 7	پاسخ سیستم حلقه باز
-6×10^{-4}	$\approx 0/8$	پاسخ سیستم با فیدبک حالت

شکل ۳-۶ نتایج جدول ۳-۲ را بصورت نمودار ستونی نشان می دهد. از جدول ۳-۲ و

شکل ۳-۶ مشخص است که استفاده از روش جایابی قطب ها سبب بهبود چشمگیر زمان

نشست سیستم شده است و فروجهش ماکزیمم را نیز بهبود بخشیده است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل ۳-۶: نمودار ستونی مقایسه عملکرد موتور تحت سیستم حلقه باز و حلقه بسته با روش فیدبک

حالت

در روش فیدبک حالت، سرعت پاسخ، با انتخاب قطب های حلقه بسته تعیین می شود. لیکن، انتخاب مناسب و بهینه این قطب ها برای سیستم های صنعتی و فرآیندهای واقعی دشوار است. بنابراین، در ادامه روش دیگری براساس کنترل بهینه خطی ارائه می گردد. اگر چه فیدبک حالت می توان سیستم ناپایدار را پایدار کرد و قطب ها را در هر نقطه صفحه مختلف قرار داد، لیکن به دلایل زیر، استفاده از روش کنترل بهینه خطی ضروری به نظر می رسد.

نخست آنکه، تعیین مکان قطب های حلقه بسته در توصیف رفتار مطلوب مورد نظر طراح بسیار مهم و امری دشوار است. انتخاب موقعیت قطب های حلقه بسته دور از مبداف سریعتر شدن پاسخ دینامیکی سیستم را به همراه دارد. لیکن، با سریعتر کردن پاسخ (دورتر کردن قطب های حلقه بسته سیستم از مبداف) سیگنال های کنترل بزرگی شده و عموماً محرک

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

های سیستم قادر به اجرای فرامین کنترلی نخواهد بود. اگر قطب های حلقه بسته به گونه ای جایابی گردند که باعث تجاوز سیگنال های کنترل از حد های فیزیکی شوند یا به عبارت دیگر اشباع گردند، رفتار دینامیکی حلقه بسته مشابه رفتار پیش بینی شده با تحلیل خطی نبوده و حتی ممکن است که رفتار بسته سیستم واقعی ناپایدار گردد. دلیل دیگری که برای محدود کردن سرعت پاسخ وجود دارد، مساله نویز است که معمولا با سیستم بهره بالا همراه است. با انتخاب بهینه قطب های حلقه بسته، می توان به سرعت دلخواه حلقه بسته و اندازه قابل قبول سیگنال کنترلی دست یافت.

ضمنا، در سیستم های چند ورودی و چند خروجی روش جایابی قطب با فیدبک حالت، ماتریس بهره فیدبک خاصی را تعیین نمی کند. در واقع این ماتریس یکتا نیست [۴۶]. در اینجا این سوال مطرح خواهد شد که از کدام بهره برای جایابی قطب استفاده گردد و از چه الگوریتمی برای تعیین بهره های فیدبک می توان استفاده کرد؟ از دیدگاه عملی، این آزادی عمل در جایابی قطب های حلقه بسته می تواند سودمند باشد، زیرا علاوه بر جایابی قطب ها می توان به اهداف دیگری نیز همانند جایابی ساختار ویژه دست یافت. از کنترل بهینه، می توان برای تعیین ماتریس فیدبک حالت در سیستم های چند متغیره استفاده کرد [۴۶].

با توجه به این توضیحات در ادامه، روش جدیدی برای کنترل موتور پسماندی مرسوم بر اساس جایابی بهینه مقادیر ویژه پیشنهاد شده است. در این روش با استفاده از شاخص عملکرد مجذوری خطی، مقادیر ویژه جدید موتور برای نیل به اهداف کنترلی، بدست می آیند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۳-۲-۳ استفاده از روش جایابی بهینه مقادیر ویژه

کنترل بهینه شاخه ای از کنترل پیشرفته است که با حداقل سازی یک شاخص عملکرد که وابسته به متغیر های حالت است، سروکار دارد. تئوری کنترل سیستم، توسط فیدبک حالت بهینه در مرجع [۶] آمده است. در این قسمت طراحی کنترل کننده بهینه برای سیستم خطی شده موتور پسماندی سه فاز با شاخص عملکرد مجذوری (تنظیم کننده توان دوم خطی (LQR)، بررسی می شود. هدف از طراحی تنظیم کننده بهینه، بهبود پاسخ گذاری سیستم است.

شاخص عملکرد مجذوری بر اساس معیار حداقل خطا کار کرده، سعی دارد عبارت (۳-۱۳)

را حداقل کند:

$$J = \int_{t_0}^{t_f} (x^T Q x + u^T R u) dt \quad (3-13)$$

که در آن:

\bar{E} بردار متغیر های حالت، Y بردار ورودی Q ، یک ماتریس نیمه معین مثبت و P یک ماتریس غیر منفی قطری است. این ماتریس با توجه به شاخص عملکرد مجذوری J ، باعث وزن دهی متغیر های حالت نسبت به یکدیگر می شوند. برای سیستم هایی با پارامترهای مستقل از زمان، معادله جبری ریکارتی بصورت (۳-۱۴) خلاصه می شود. با حل معادله (۳-۱۴) و بدست آوردن ماتریس P ، ماتریس فیدبک حالت K توسط رابطه (۳-۱۵) محاسبه می شود. در نهایت معادلات حالت با در نظر گرفتن ماتریس فیدبک حالت بصورت (۳-۱۶) بازنویسی می شوند:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$P = Q + PA + A^T - PRBR^{-1}B^T P = 0 \quad (۱۴-۳)$$

$$U_{opt} = -KX \quad \text{with } K = R^{-1}B^T P \quad (۱۵-۳)$$

$$\dot{X} = (A - BK)X + BU \quad (۱۶-۳)$$

بنابراین در طراحی کنترل کننده بهینه ابتدا باید دو ماتریس R, Q را تعریف کرد. ماتریس R, Q معمولا بصورت ماتریس های قطری انتخاب می شوند. با انتخاب j, e, d, c, b, a و نیز f, g, h بعنوان عناصر روی قطر ماتریس های R, Q می توان با وزن دهی مناسب متغیر های حالت، پاسخ دلخواه را با توجه به اهداف کنترلی بدست آورد.

برای انجام شبیه سازی همانند قسمت قبل از نرم افزار Matlab استفاده شده است. ابتدا معادلات حالت در یک M فایل نوشته میشود، سپس نتایج حاصل از تغییر عناصر ماتریس قطری Q تعیین و تاثیر شان روی پاسخ های پله به ازای ورودی سیستم بررسی می شوند. بعد از تعیین مقادیر مناسب ماتریس های وزنی، پاسخ پله سیستم رسم می شود. از آنجا که سیستم کنترل بهینه نسبت به عناصر ماتریس های وزنی بسیار حساس است.

برای تعیین این ماتریس ها از الگوریتم حساسیت مقادیر ویژه استفاده می شود [۳].

برای این منظور، مقادیر اولیه ماتریس R, Q از رابطه (۳-۱۷) تعیین می شود. سپس بر اساس الگوریتم نشان داده شده در شکل ۳-۷، عناصر ماتریس وزنی Q به نحوی تعیین می شوند که پاسخ سیستم حلقه بسته بهبود یابد.

$$\begin{aligned} Q &= \text{Diag}[a \ b \ c \ d \ e \ j] = \text{Diag}[0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1] \\ R &= \text{Diag}[f \ g \ h] = \text{Diag}[1 \ 1 \ 1] \end{aligned} \quad (۱۷-۳)$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

فصل چهارم

تحلیل دینامیکی موتور هیستریزیس سنکرون آهنربای دائم



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرمان سایت و به همراه فونت های لازم

۴-۱- مقدمه

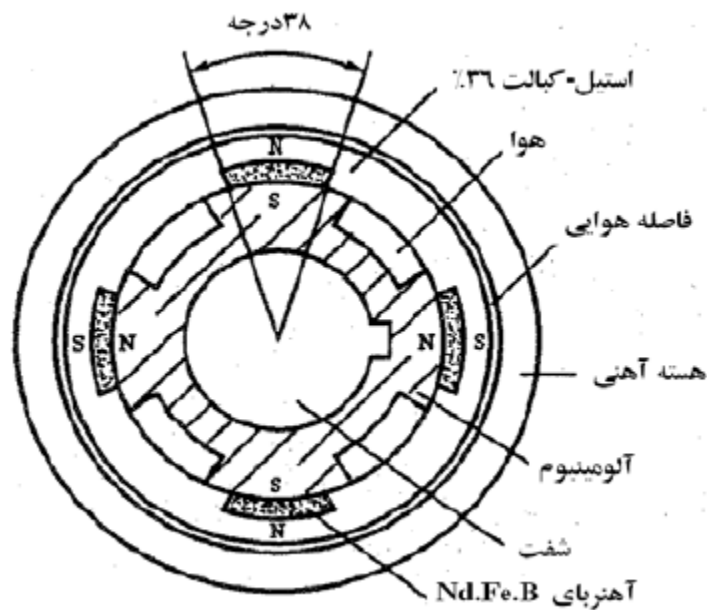
موتور هیستریزیس آهنربای دائم مزایای هر دو موتورهای هیستریزیس و آهنربای دائم را دارد. این موتور، برای کاربردهای خودرو برقی، پمپ های کمپرسور، ربات ها و درایوهای صنعتی دقیق، نظیر سیستم های ناوبری اینرسی و ثبت کننده های ویدئویی که به عملکرد نرم، بی سروصدا با راندمان بالا؛ احتیاج دارند، بسیار مناسب است. در این بخش به مدل سازی و شبیه سازی این موتور می پردازیم. ابتدا معادله های دینامیکی موتور را با در نظر گرفتن اثر فوکو استخراج می کنیم و سپس معادله های حالت آن را برای شبیه سازی در محیط SIMULINK/MATLAB ارائه می کنیم. در نهایت نتیجه های حاصل از شبیه سازی را با نتیجه های روش عددی و المان محدود مقایسه می کنیم. این مقایسه، تطابق خوب این نتیجه های را باهم نشان می دهد. روش ارائه شده در این بخش به لحاظ زمانی، سریع تر از روش المان محدود است و از دقت قابل قبولی برخوردار است.

رتور موتور هیستریزیس آهنربای دائم، دارای فولاد ۳۶٪ کبالت با آهنربای دائم است. این ترکیب، مزایای موتور های آهنربای دائم و موتورهای هیستریزیس معمولی را همزمان دارد. شکل ۴-۱ شماتیک موتور هیستریزیس آهنربای دائم را نشان می دهد [۱]. موتورهای سنکرون آهنربای دائم مزایای متعددی مانند راندمان بالا، ضریب توان بالا و پایداری مناسبتری دارند.

عملکرد نرم بدون جاروبک و ساختار ساده رتور موتورهای سنکرون آهنربای دائم، به ویژه در کاربردهای با سرعت بالا اهمیت ویژه ای دارد. با وجود این وقتی موتور سنکرون آهنربای

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

دائم با فرکانس خط کار می کند، گشتاور راه اندازی ندارد. در طراحی مرسوم، با کمک سیم پیچی قفسی، گشتاور شتاب دهنده کافی تولید می شود. وقتی موتور به سرعت سنکرون می رسد، گشتاور قفس به صفر کاهش می یابد و گشتاور آهنربا تنها منبع گشتاور موتور می شود [۲].



شکل ۴-۱ موتور هیستریزیس آهنربای دائم [1]

از سوی دیگر، موتور هیستریزیس افزون بر ساختار ساده، دارای گشتاور خودراه انداز است. ولی محدودیت هایی مثل، جریان مغناطیس کنندگی بالا، ضریب توان پایین و راندمان کم، دارد [۳].

ترکیب مواد هیستریزیس و آهنربای دائم در رتور، مزایای برجسته ای نسبت به موتور ای هیستریزیس یا آهنربای دائم مرسوم به وجود می آورد [۴]. این موتور ترکیبی که در آن آهنربا های دائم در شیارها در سطح داخلی حلقه پسماند قرار گرفته اند، موتور سنکرون

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم

هیستریزیس آهنربای دائم نامیده می شود [۴]. تا رسیدن به سرعت سنکرون، گشتاور موتور شامل گشتاور هیستریزیس، گشتاور جریان فوکو و گشتاور آهنربای دائم است. در سرعت سنکرون گشتاور موتور شامل گشتاور های آهنربای دائم و هیستریزیس است. به این ترتیب، صرف نظر کردن از اثر فوکو در مدل سازی این موتور به معنی در نظر نگرفتن گشتاور راه اندازی ناشی از جریان فوکو است و سبب کند تر شدن پاسخ موتور (کاهش دینامیک پاسخ) می شود.

این موتور، برای کاربرد های خودرو برقی، پمپ های کمپرسور، ربات ها و درایوهای صنعتی دقیق، نظیر ژيروسکوپها که به عملکرد نرم، با راندمان بالا؛ احتیاج دارند، بسیار مناسب است [۴].

در کنار تمام مزایایی که افزودن آهنربا به موتور هیستریزیس به دنبال دارد، یک عیب مهم وجود دارد و آن ناشی از گشتاور شکست آهنربا است که سبب کاهش گشتاور راه اندازی این موتور نسبت به مشابه هیستریزیس مرسوم آن می شود. در ضمن، نوسانات سرعت و گشتاور در این موتور بیشتر است.

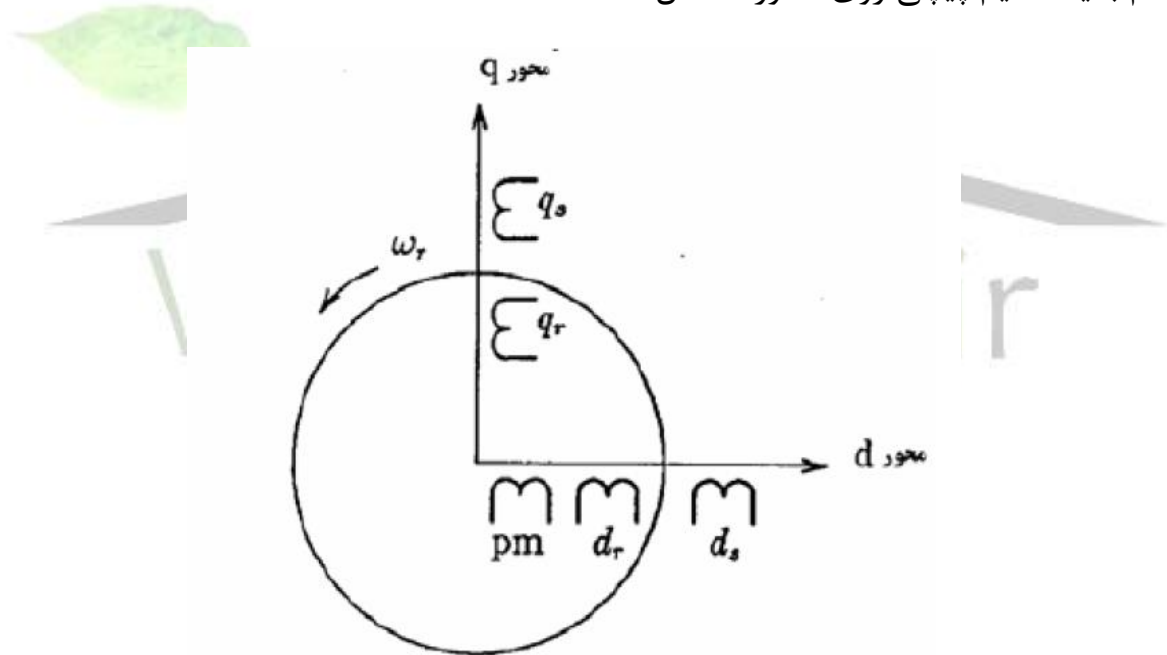
مزایای بی شمار این موتور، آن را به صورت یک انتخاب مناسب و خوب برای کاربردهای دقیق معرفی می کند. ولی برای بررسی و از بین بردن معایب ذکر شده، لازم است موتور مدل سازی شود. بخش های زیادی به طراحی و معرفی این موتور برای کاربردهای متفاوت پرداخته اند [۶-۸] ولی در این بخش های، اثر تلفات فوکو در مدل ماشین دیده نشده و یا اصلا مدلی برای موتور ارائه نشده است. مرجع [۵] با استفاده از نرم افزارهای المان محدود به

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر سایت و به همراه فونت های لازمه

شبیه سازی و مدل سازی دینامیکی این پرداخته است. ولی با توجه به استفاده از روش المان محدود، معادله های نظری جامع (دومحوری) موتور به صورت کامل بیان نشده است.

در این بخش روشی براساس مدل دو محوری d, q برای پیش بینی عملکرد دینامیکی موتور هیستریزیس آهنربای دائم ارایه می شود که افزون بر سادگی و صرفه جویی در زمان، از دقتی قابل مقایسه با روش المان محدود، برخوردار است.

شکل (۲-۴) مدل دو محوری موتور هیستریزیس آهنربای دائم سه فاز را نشان می دهد. پدیده پسمانده در رتور، با دو سیم پیچی متعادل [۱۰] که اتصال کوتاه شده اند و آهنربای دائم با یک سیم پیچی روی محور δ مدل شده است.



شکل ۲-۴ مدل دو محوری موتور هیستریزیس آهنربای دائم [11]

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

متغیرهای استاتور به قاب مرجع رتور انتقال یافته اند تا اندوکتانس های متغیر با زمان در معادله های ولتاژ حذف شوند. معادله های پارک با تنظیم سرعت قاب مرجع، برابر سرعت رتور و با استفاده از شکل (۴-۲) نوشته می شوند [۱۱].



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۲-۴- معادلات حاکم بر موتورهایستریزس آهنربای دائم

معادله های شارپیوندی عبارت اند از:

$$\lambda_{ds} = (L_{ids} + L_{md})i_{ds} + L_{md}i'_{dr} + L_{md}i'_{pm}$$

$$\lambda_{qs} = (L_{iqs} + L_{mq})i_{qs} + L_{mq}i'_{qr} \quad (۱-۴)$$

$$\lambda'_{dr} = (L_{idr} + L_{md})i'_{dr} + L_{md}i_{ds} + L_{md}i'_{pm}$$

$$\lambda'_{qr} = (L_{iqr} + L_{mq})i'_{qr} + L_{mq}i_{qs}$$

$$\lambda'_{pm} = (L_{ipm} + L_{md})i'_{pm} + L_{md}i_{ds} + L_{md}i'_{dr}$$

معادله های ولتاژ بر حسب شارهای پیوندی به صورت زیر نوشته می شوند [۱۱]:

$$V_{ds} = r_s i_{ds} + p \lambda_{ds} - \omega_r \lambda_{qs}$$

$$V_{qs} = r_s i_{qs} + p \lambda_{qs} - \omega_r \lambda_{ds}$$

(۲-۴)

$$V'_{dr} = r'_r i'_{dr} + p \lambda'_{dr} = 0$$

$$V'_{qr} = r'_r i'_{qr} + p \lambda'_{qr} = 0$$

$$V'_{pm} = p \lambda'_{pm}$$

برای دست یابی به مدار معادل، شارهای پیوندی با جریان جایگزین می شوند و معادله

های ولتاژ - جریا به صورت معادله ی (۳-۴) استخراج می گردند که در آن،

راکتانس های خودی استاتور و $X_{qs} = X_{IQS} + X_{mq}$, $X_{ds} = X_{ids} + X_{md}$

راکتانس های مغناطیس شونده و نشستی $X'_{qr} = X_{iqr} + X_{mq}$, $X'_{dr} = X_{idr} + X_{md}$

هستند. اندیس های σ و ρ به ترتیب استاتور و روتور ی d و q محورهای d و q را نشان می

دهند و ω_b سرعت زاویه ای الکتریکی است. با توجه به اتصال کوتاه بودن سیم پیچ های رتور

ولتاژ های d و q رتور برابر صفرند و شار دور آهنربا عدد ثابتی است [۵].

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر سایت و به همراه فونت های لازم

$$(۳-۴) \begin{bmatrix} V_{ds} \\ V_{qs} \\ V_{dr}' \\ V_{qr}' \\ V_{pm}' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_o + \frac{P}{\omega_b} X_{ds} & -\frac{\omega}{\omega_b} X_{qs} & \frac{P}{\omega_b} X_{md} & \frac{\omega_r}{\omega_b} X_{mq} & \frac{P}{\omega_b} X_{md} \\ \frac{\omega_r}{\omega_b} X_{ds} & r_s + \frac{P}{\omega_b} X_{qs} & \frac{\omega_r}{\omega_b} X_{md} & \frac{P}{\omega_b} X_{mq} & \frac{\omega_r}{\omega_b} X_{md} \\ \frac{P}{\omega_b} X_{md} & 0 & r_r' \frac{P}{\omega_b} X_{rd}' & 0 & \frac{P}{\omega_b} X_{md} \\ 0 & \frac{P}{\omega_b} X_{mq} & 0 & r_r' \frac{P}{\omega_b} X_{rq}' & 0 \\ \frac{P}{\omega_b} X_{md} & 0 & \frac{P}{\omega_b} X_{md} & 0 & \frac{P}{\omega_b} X_{md} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_{ds} \\ i_{qs} \\ i_{dr}' \\ i_{qr}' \\ i_{pm}' \end{bmatrix}$$

تاثیر جریان فوکو رتور، با مقاومت معادل R_e که وابسته به لغزش است، مدل شده است و تاثیر پسماند رتور با مقاومت معادل R_h که مستقل از لغزش است، نمایش داده شده است. لغزش به عنوان تفاوت بیت سرعت سنکرون و سرعت واقعی، به سرعت سنکرون تعریف می شود. r_r مقاومت معادل حاصل از موازی شدن مقاومت پسماند R_h و مقاومت جریان فوکو R_e/s است. این مقاومت ها، بادر نظر گرفتن تقریب متوازی الاضلاع برای حلقه پسماند رتور به صورت زیر محاسبه می شوند [۱۰].

$$R_e = \frac{12 \ell_r \rho}{10^4 A_h} \quad (۴-۳)$$

$$R_h = \frac{m E_g^2}{4 B_r H_c V_r f}$$

که در آنها:

e_r : طول حلقه رتور، A_h : سطح مقطع حلقه پسماند، E_g : ولتاژ فاصله هوایی، B_r : چگالی شار پسماند ماده پسماند، H_c : نیروی مغناطیس زدا، V_r : حجم ماده پسماند، ρ : مقاومت ویژه ماده پسماند، f : فرکانس منبع تغذیه می باشد. با جاگذاری معادله های شار

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

دور در معادله های ولتاژ، مدل مداری موتور هیستریزس آهنربای دائم به صورت شکل (۲-۱) خواهد بود.

عبارت های $E_{\omega} =$ و $E_{\sigma} =$ در (۵-۴) داده شده اند.

$$\begin{aligned} E_{\sigma d} &= (1-s)[(X_{is} + X_m)i_{qs} + X_m i_{qr}] \\ E_{\sigma q} &= (1-s)[(X_{is} + X_m)i_{ds} + X_m i_{dr}] \end{aligned} \quad (5-4)$$

عبارت گشتاور الکترو مغناطیسی این موتور به صورت زیر است:

$$T_e = \frac{3}{2} P [(L_{ds} - L_{qs})i_{ds} i_{qs} + L_{md}(i_{rdh} + i_m)i_{qs} - L_{mq}i_{rgh}i_{ds}] \quad (6-4)$$

ملاحظه می شود که عبارت گشتاور موتور هیستریزس آهنربای دائم، شامل سه جزء گشتاور رلاکتانسی و برجستگی، گشتاور آهنربا و گشتاور پسمانداست. برای شبیه سازی موتور، ابتدا معادله های حالت را با در نظر گرفتن شار دورها و یا شار دور برثانیه ها به عنوان متغیر های حالت، ولتاژ محورهای d,q استاتور و رتور و گشتاور الکترومغناطیسی به عنوان خروجی به فرم انتگرالی باز نویسی می کنیم.

$$\psi_{ds} = \omega_b \int \left(V_{ds} - r_s i_{ds} + \frac{\omega_r}{\omega_b} \psi_{qs} \right) dt \quad (7-4)$$

$$\psi_{qs} = \omega_b \int \left(V_{qs} - r_s i_{qs} - \frac{\omega_r}{\omega_b} \psi_{ds} \right) dt$$

$$\psi'_{dr} = \omega_b \int (V'_{dr} - r'_r i'_{dr}) dt$$

$$\psi'_{qr} = \omega_b \int (V'_{qr} - r'_r i'_{qr}) dt$$

$$\psi'_{pm} = \omega_b \int (V'_{pm}) dt$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

برای شبیه سازی باید هر متغیر حالت بر حسب سایر متغیرهای حالت و خود آن متغیر نوشته شود. برای این منظور باید جریان ها را بر حسب شار دورها محاسبه کنیم. بر اساس رابطه ی ۱-۳ داریم:

$$\begin{bmatrix} \psi_{ds} \\ \psi_{qs} \\ \psi'_{dr} \\ \psi'_{qr} \\ \psi'_{pm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{ds} & 0 & X_{md} & 0 & X_{md} \\ 0 & X_{qs} & 0 & X_{mq} & 0 \\ X_{md} & 0 & X'_{dr} & 0 & X_{md} \\ 0 & X_{mq} & 0 & X'_{qr} & 0 \\ X_{md} & 0 & X_{md} & 0 & X'_{pm} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} i_{ds} \\ i_{qs} \\ i'_{dr} \\ i'_{qr} \\ i'_{pm} \end{bmatrix} \quad (۸-۴)$$

[A]

بنابراین، جریان ها به صورت زیر محاسبه می شوند:

$$\begin{bmatrix} i_{ds} \\ i_{qs} \\ i'_{dr} \\ i'_{qr} \\ i'_{pm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{ds} & 0 & X_{md} & 0 & X_{md} \\ 0 & X_{qs} & 0 & X_{mq} & 0 \\ X_{md} & 0 & X'_{dr} & 0 & X_{md} \\ 0 & X_{mq} & 0 & X'_{qr} & 0 \\ X_{md} & 0 & X_{md} & 0 & X'_{pm} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \psi_{ds} \\ \psi_{qs} \\ \psi'_{dr} \\ \psi'_{qr} \\ \psi'_{pm} \end{bmatrix} \quad (۹-۴)$$

[A]

که درایه های ماتریس [A]' با استفاده از نرم افزار MATHLAB به صورت زیر محاسبه

می شوند:

$$A_{11} = \frac{1 - X'_{idr} X'_{ipm}}{M}, A_{13} = A_{51} = \frac{X'_{ipm} - 1}{M}, A_{15} = A_{51} = \frac{X'_{idr} - 1}{M}$$

$$A_{22} = \frac{X'_{iqr}}{X'_{iqr} X_{qs} - X_{mq}}, A_{24} = A_{42} = \frac{-1}{X'_{iqr} X_{qs} - X_{mq}}$$

$$A_{33} = \frac{1 - X_{ids} X'_{ipm}}{M}, A_{35} = A_{53} = \frac{X_{ids} - 1}{M}$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

$$A_{44} = \frac{X_{iqs}}{X_{iqs}X'_{qr} - X_{mq}}, A_{55} = \frac{1 - X_{ids}X'_{idr}}{M}$$

$$A_{12} = A_{14} = A_{21} = A_{23} = A_{25} = A_{32} = A_{34} = A_{41} = A_{43} = A_{45} = A_{52} = A_{54} = 0$$

$$M = X_{ds}(1 - X'_{idr}X'_{ipm}) + X_{md}(X'_{idr} + X'_{ipm} - 2) \quad (10-4)$$

با جاگذاری رابطه های ۹-۴ و ۱۰-۴ در رابطه ی ۷-۴ داریم:

$$\psi_{ds} = \omega_b \int \left(V_{ds} - r_s A_{11} \psi_{ds} - r_s A_{13} \psi'_{dr} + r_s A_{15} \psi'_{pm} + \frac{\omega_r}{\omega_b} \psi_{qs} \right) dt$$

$$\psi_{qs} = \omega_b \int \left(V_{qs} - r_s A_{22} \psi_{qr} - r_s A_{24} \psi_{qr} - \frac{\omega_r}{\omega_b} \psi_{ds} \right) dt$$

$$\psi'_{dr} = \omega_b \int \left(V'_{dr} - r'_r A_{13} \psi_{ds} - r'_r A_{33} \psi'_{qr} + r'_r A_{35} \psi'_{pm} \right) dt \quad (11-4)$$

$$\psi'_{qr} = \omega_b \int \left(V'_{qr} - r'_r A_{24} \psi_{qs} - r'_r A_{44} \psi'_{qr} \right) dt$$

$$\psi'_{pm} = \omega_b \int \left(V'_{pm} \right) dt$$

رابطه ی گشتاور موتور به صورت زیر نوشته می شود:

$$T_{em} = \frac{3P}{22\omega_b} (\psi_{ds} i_{qs} - \psi_{qs} i_{ds}) \quad (12-4)$$

برای محاسبه سرعت موتور، معادله حرکت رتور با برابر قرار دادن گشتاور باز، با مجموع

گشتاور های شتاب دهنده به دست می آید. یعنی:

$$j = \frac{d\omega_{rm}}{dt} = T_e - T_{mech} - T_f (N.m) \quad (13-4)$$

که در آن T_{mech} گشتاور مکانیکی اعمال شده از بیرون (بار) در جهت چرخش رتور و T_f

گشتاور میرایی در جهت مخالف چرخش هستند.

اغلب معادله حرکت رتور بر حسب ثابت اینرسی H ، نوشته می شود که از نسبت انرژی

جنبشی جرم دوار در سرعت پایه به توان نامی به دست می آید [۱۲]:

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

$$H = \frac{J\omega_{bm}^2}{2S_b} \quad (14-4)$$

بنابراین، معادله حرکت بر حسب مقدار های پریونیت توان ولتاژ پایه موتور، به صورت زیر باز

نویسی می شود:

$$2H \frac{d(\omega_r / \omega_b)}{dt} = (T_{em} + T_{mech} - T_f) \quad (15-4)$$

از سوی دیگر با استفاده از رابطه های ۴-۹ و ۴-۱۰ جریان ها نیز محاسبه می شوند. بلوک

نمودار شبیه سازی موتور PMHS در شکل ۴-۴ آمده است.



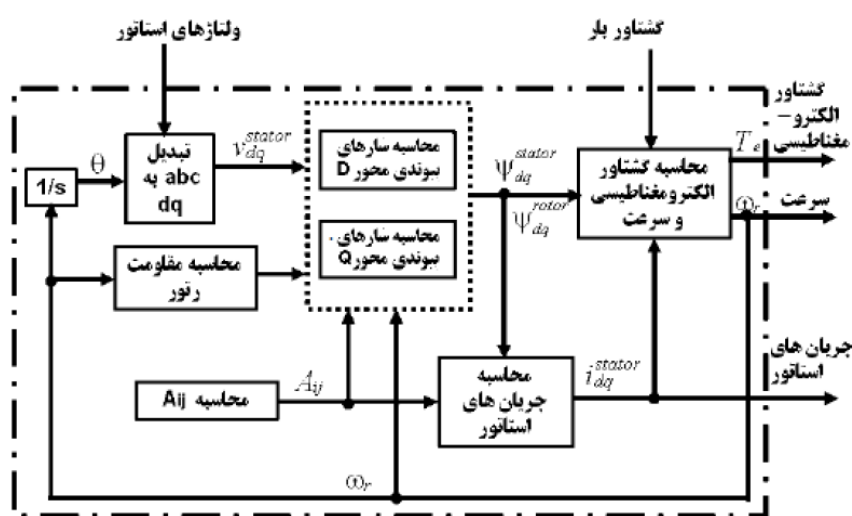
۴-۳- نتایج شبیه سازی

موتور مورد بررسی، یک موتور سه فاز و چهار قطب است که مقادیر نامی آن ۲۰۸ ولت، پنج اسب بخار و ۶۰ هرتز است. رتور این موتور از ترکیب آلیاژ استیل کبالت ۳۶٪ و آهنربای نئودیم-آهن-بور ساخته شده است. ابعاد طراحی، پارامترها و مواد مورد استفاده در ساخت موتور در [۵] آمده است.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

موتور مذکور به ازای تغذیه سینوسی و در حالت بی باری شبیه سازی شده است. مقایسه ی نتیجه های شبیه سازی این بخش با نتیجه های شبیه سازی به روش المان محدود و آزمایش عملی مرجع ، در شکل های ۴-۴ و ۴-۵ آمده است.

شکل ۵ منحنی سرعت بر حسب زمان موتور هیستریزس آهنربای دائم را نشان می دهد. شکل ۵ الف نتیجه شبیه سازی مرجع [۵] ، ۵- ب تست عملی مرجع [۵] و ۵- ج نتیجه شبیه سازی این بخش را نشان می دهد. همان طور که ملاحظه می شود در مقایسه با زمان بسیار کمتری که شبیه سازی ارایه شده به خود اختصاص می دهد، نتیجه های آن با نتیجه های آزمایش عملی و شبیه سازی مرجع [۵] که از روش المان محدود استفاده کرده است، قابل مقایسه است.

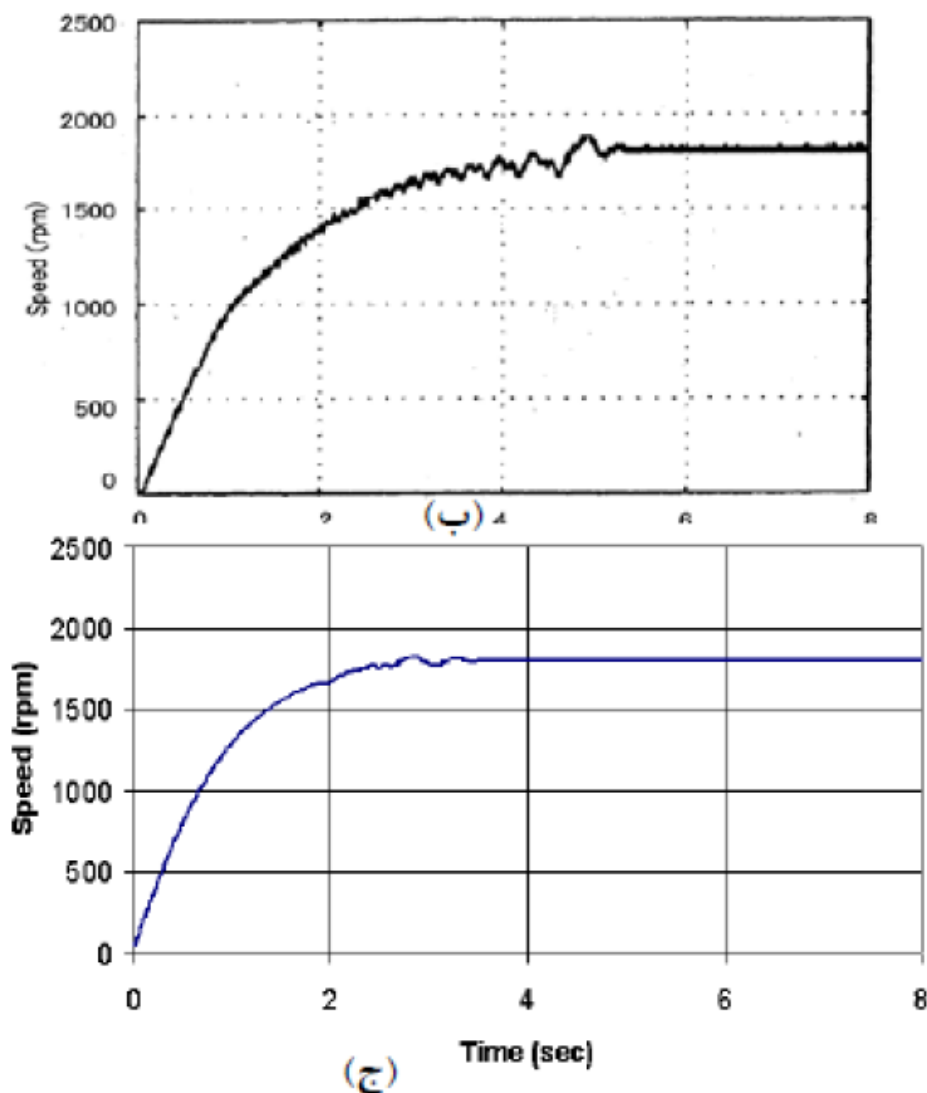


شکل ۴-۴: بلوک دیاگرام شبیه سازی موتور هیستریزس آهنربای دائم

پاسخ سرعت محاسبه شده در هر دو روش (الف وج) هموارتر از نتیجه ی آزمایش عملی (ب) است و دلیل آن ناشی از تفاوت بین مساحت های ذکر شده در کاتالوگ و محاسبه شده

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

حلقه هیستریزیس است. در مرجع [۵] اشاره شده که سطح حلقه پسماند محاسبه شده $1/38$ بار بزرگتر از مقدار ذکر شده در کاتالوگ است. به همین دلیل زمان راه اندازی اندازه گیری شده به تقریب پنج ثانیه و زمان محاسبه شده در [۵] حدود چهار ثانیه و در روش پیشنهادی حدود $3/8$ ثانیه است. تفاوت اندکی که بین مقدارهای محاسبه شده به دو روش وجود دارد به دلیل تقریبی بودن روش پیشنهادی در این بخش است.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۴ - ۵) منحنی سرعت بر حسب زمان در موتور هیستریزیس آهنربای دائم، (الف) نتیجه شبیه

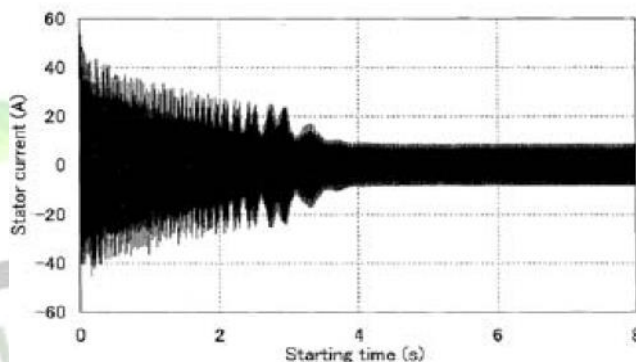
سازی [۵] (ب) تست عملی [۵] و (ج) نتیجه مقاله

شکل (۴-۶) منحنی جریان استاتور بر حسب زمان را برای این موتور نشان می دهد. شکل

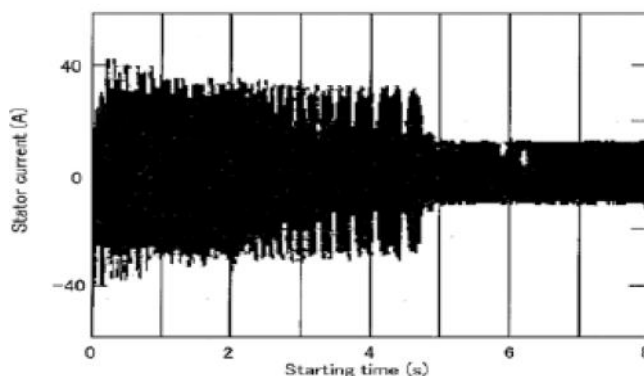
(۴-۶-الف) منحنی محاسبه شده در مرجع [۵]، (۳-۶-ب) اندازه گیری شده و (۴-۶-ج)

محاسبه شده به روش تقریبی این بخش را نشان می دهد. همان طور که در شکل مشخص

است جریان محاسبه شده سریعتر از مقدار اندازه گیری شده به حالت پایدار می رسد.

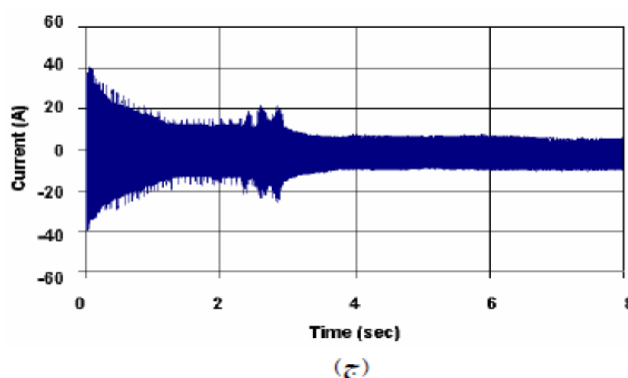


(الف)



(ب)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



شکل (۴-۶) منحنی جریان بر حسب زمان. (الف) پاسخ شبیه سازی [۵]، (ب) تست عملی [۵] و (ج)

پاسخ تقریبی مقاله

۴-۴ - مقایسه نتیجه های شبیه سازی موتور هیستریزس مرسوم با هیستریزس

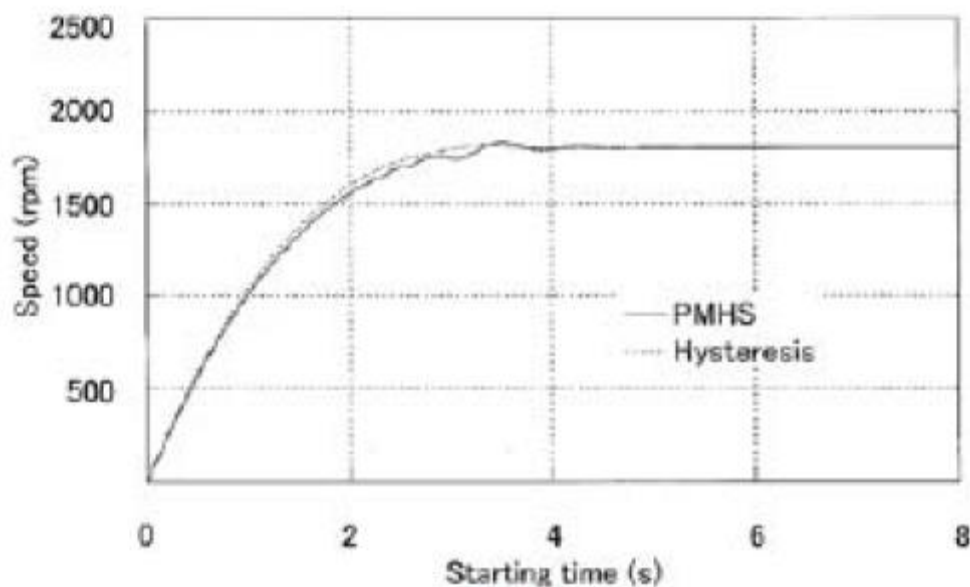
آهنربای دائم

در این قسمت، نتیجه های شبیه سازی موتور هیستریزس مرسوم و هیستریزس آهنربای دائم با تغذیه سینوسی با استفاده از پارامترهای مرجع [۵] با نتیجه های شبیه سازی این مرجع مقایسه شده اند. این مقایسه دو نکته را بیان می نماید؛ اول اینکه روش پیشنهادی این بخش بر مبنای روش نظری جامع ماشین های الکتریکی (تحلیل دو محوری)، در عین سادگی از دقتی قابل مقایسه با روش تحلیل پیچیده و زمان بر المان محدود برخوردار است و نکته دوم اینکه، پاسخ موتور هیستریزس مرسوم نسبت به موتور هیستریزس آهنربای دائم نرم تر و سریعتر است.

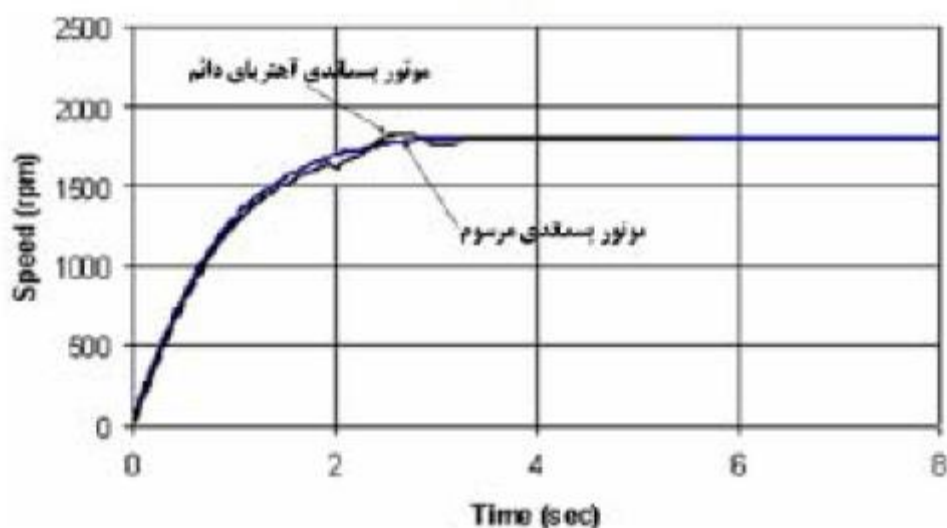
شکل (۴-۷) پاسخ های سرعت- زمان محاسبه شده را برای دو موتور نشان می دهد. (۴-۷)

۷-الف) نتیجه شبیه سازی المان محدود مرجع و [۵] (۴-۷-ب) نتیجه شبیه سازی به روش این بخش را نشان می دهد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر سایت و به همراه فونت های لازم



(الف)



(ب)

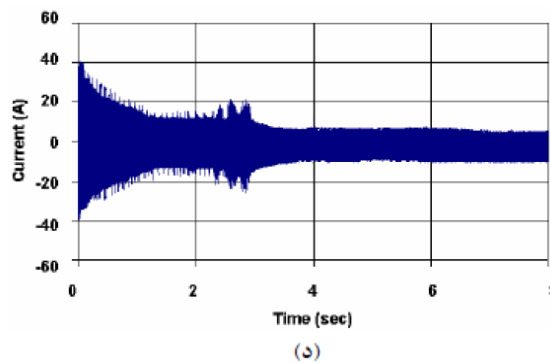
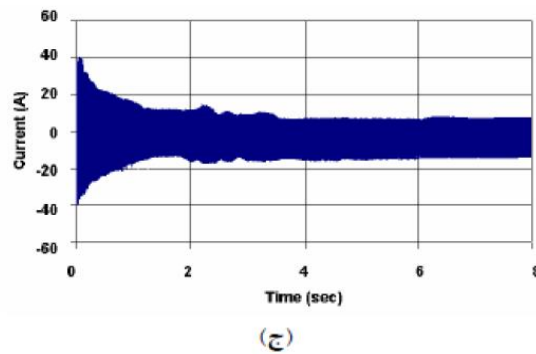
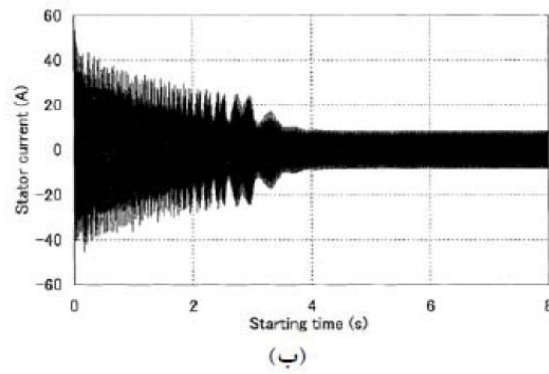
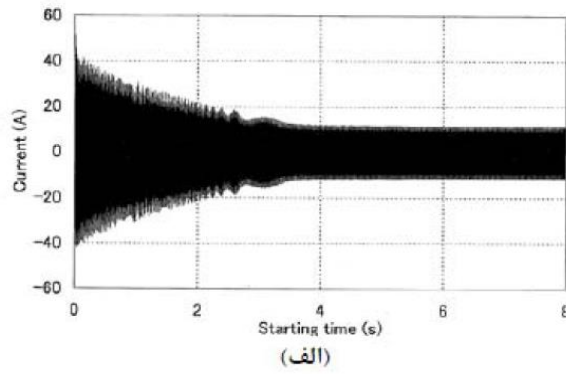
شکل (۴-۷) مقایسه منحنی سرعت محاسبه شده برای دو موتور هیستریزس آهنربای دائم و هستر

زیس مرسوم بر حسب زمان، (الف) نتیجه مقاله [۵] (ب) نتیجه مقاله

شکل (۴-۸) جریان محاسبه شده بر حسب زمان در طول دوره راه اندازی و سنکرون شدن

را به دو روش المان محدود و SIMULINK نشان می دهد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۴-۸) مقایسه منحنی جریان محاسبه شده بر حسب زمان.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

(الف) نتیجه مقاله [۵] برای موتور هیستریزیس آهنربای دائم (ب) نتیجه مقاله [۵] برای

موتور هیستریزیس مرسوم (ج) نتیجه مقاله برای موتور هیستریزیس آهنربای دائم (د) نتیجه

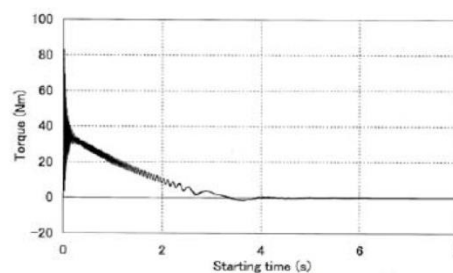
مقاله برای موتور هیستریزیس مرسوم

شکل (۹-۴) گشتاور محاسبه شده را نشان می دهد. (۴-۹-الف و ب) منحنی گشتاور

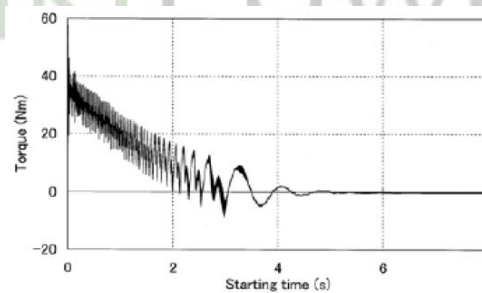
مربوط به دو موتور به روش بخش [۵] را نشان می دهند و (۴-۹-ج) و د نتیجه های شبیه

سازی اخیر را ارائه می کنند. این شکل ها نوسانی تر بودن گشتاور موتور هیستریزیس

آهنربای دائم و کمتر بودن گشتاور راه اندازی آن را به خوبی نشان می دهند.

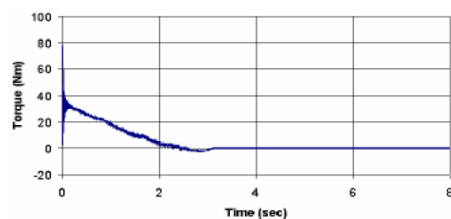


(الف) مربوط به موتور هیستریزیس مرسوم

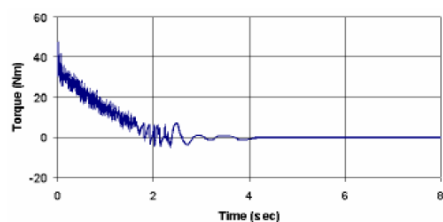


(ب) مربوط به موتور هیستریزیس آهنربای دائم

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه



(ج) مربوط به موتور هیستریزیس مرسوم



(د) مربوط به موتور هیستریزیس آهنربای دائم

شکل (۴-۹) مقایسه منحنی گشتاور بر حسب زمان،

(الف-ب) نتیجه های مقاله [۵] (ج-د) نتیجه های روش های پیشنهادی

WikiPower.ir

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۴-۵- نتیجه گیری

در این بخش مدل ریاضی موتور هیستریزیس آهنربای دائم بر اساس مدل دو محوری q-d (مدل نظری جامع) و با در نظر گرفتن اثر فوکو استخراج شد. مقایسه ی نتیجه های شبیه سازی موتور هیستریزیس آهنربای دائم با نتیجه های مربوط به موتور هیستریزیس معمولی نشان داد که موتور هیستریزیس معمولی دارای پاسخ نرم تر و سریع تر است و نوسانات مکانیکی در آن کم تر است. وجود آهنربا در موتور هیستریزیس آهنربای دائم سبب افزایش گشتاور پالسی می شود و کاهش گشتاور ناشی از آهنربا در راه اندازی با گشتاور ناشی از جریان فوکو جبران می شود.

نتیجه های شبیه سازی به روش پیشنهادی، با نتیجه های شبیه سازی [۵] که با استفاده از روش المان محدود بدست آمده بود و نتیجه های آزمایش عملی این مرجع، مقایسه شد. این مقایسه ضمن تایید روش شبیه سازی بخش، نشان داد که این روش، ضمن سادگی به زمان کمتری احتیاج دارد.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

فصل پنجم

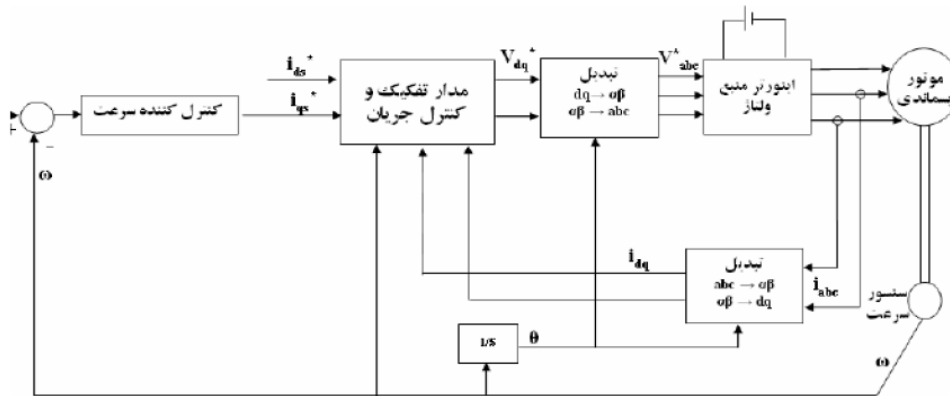
کنترل سرعت موتور هیستریزیس سنکرون سه فاز



۵-۱- مقدمه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر سایت و به همراه فونت های لازم

شکل ۵-۱ سیستم کنترل برداری یک موتور هیستریزیس را نشان می دهد. در این سیستم، موتور در دستگاه مرجع q, d کنترل شده است. ابتدا از جریان های استاتور نمونه برداری شده واز قاب مرجع a, b, c استاتور بک قاب



شکل (۵-۱) سیستم کنترل برداری موتور هیستریزیس

مرجع q, d رتور انتقال داده شده است. این جریان ها با جریان های مرجع q, d استاتور مقایسه شده اند و خطای آنها وارد کنترل کننده های جریان محورهای q, d که از نوع PI هستند می شود. خروجی کنترلرهای جریان وارد مدار تفکیک پارامترهای محورها q, d می شود. خروجی این بلوک که فرمان ولتاژ محورهای q, d می شود. خروجی این بلوک که فرمان ولتاژ محورهای q, d است، به قاب مرجع استاتور (abc) انتقال می یابد و به اینورتر منبع ولتاژ سپس موتور اعمال می شود. در ضمن سرعت خروجی موتور با سرعت مبنا مقایسه می شود و خطای آن وارد کنترل کننده فرمان جریان محور d را می سازد. فرمان جریان محور q به طور معمول به صورت یک عدد ثابت در نظر گرفته می شود و یا از حلقه کنترل بالا سری می آید. به عنوان مثال، جریان مرجع محور q به گونه ای محاسبه می

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

شود که نسبت گشتاور خروجی ماشین به جریان ستاتور آن حداکثر شود. یا ممکن است، این جریان با هدف افزایش و حداکثر کردن راندمان موتور محاسبه شود.

۵-۲- روش تفکیک متغیر های q, d

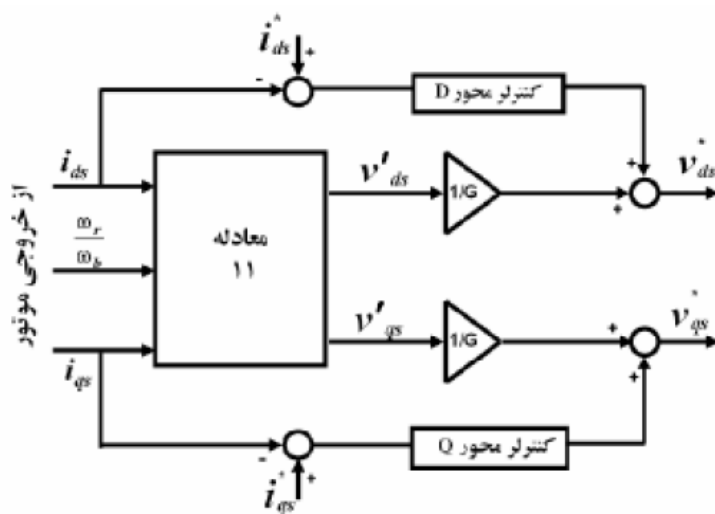
هدف از اعمال سیستم کنترل برداری روی موتور جریان متناوب این بود که این موتور به مثابه موتور جریان مستقیم شود که دارای دو جریان مستقل است؛ یک جریان، شار و دیگری گشتاور را کنترل کند. ولی رابطه ولتاژها در موتور هیستریزیس نشان می دهد که با وجود اعمال کنترل برداری هر ولتاژ V_{ds} و V_{qs} به هر دو جریان i_{qs} و i_{ds} وابسته اند و کنترل، غیر خطی است. به این ترتیب کنترل خطی گشتاور، فقط با کنترل i_{qs} میسر نخواهد بود. هر چند بدون استفاده از روش تفکیک، اعمال کنترل برداری میسر است؛ ولی استفاده از این روش سبب برجسته تر شدن مزایا کنترل برداری نسبت به کنترل سنتی است در این بخش برای تفکیک متغیر های q, d از روش فیدبک استفاده شده است. در این روش عبارت های تزویج در ولتاژ محورهای q, d محاسبه می شوند و با فرمان ولتاژ این محورها جمع جبری می شوند. به این ترتیب آنچه سبب ایجاد تزویج بین محورهای q, d است، با فیدبک در خارج مدار ماشین خنثی می شود. کار کنترل ماشین ساده تر می شود. این عبارت، برای موتور هیستریزیس مرسوم به صورت زیر است.

$$V'_{ds} = \frac{\omega_r}{\omega_b} X_{ss} i_{qs} \quad (1-5)$$

$$V'_{qs} = \frac{\omega_r}{\omega_b} X_{ss} i_{ds}$$

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرمان سایت و به همراه فونت های لازم

که این عبارت ها با فرمان های ولتاژ محور های q, d استاتور که از خروج کنترل کننده های جریان این محورها می آیند، جمع جبری می شوند. البته چون سرعت و جریان ها، از خروجی اینورتر برای فیدبک، گرفته شده اند؛ گین اینورتر (G) نیز باید در این عبارت ها به صورت معکوس وارد شود. شکل (۲-۵)، بلوک نمودار مدار تفکیک متغیرهای استاتور را نشان می دهد.



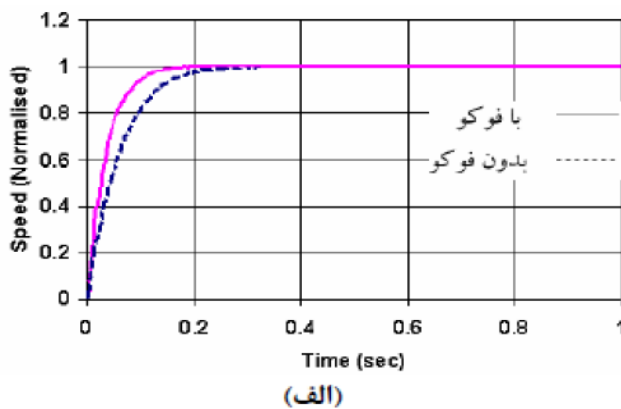
شکل (۲-۵) مدار تفکیک متغیرهای استاتور

با توجه به توضیحات ذکر شده درباره مدار تفکیک و سایر بلوک های سیستم، نتیجه های حاصل از شبیه سازی در قسمت بعد ارائه می شوند.

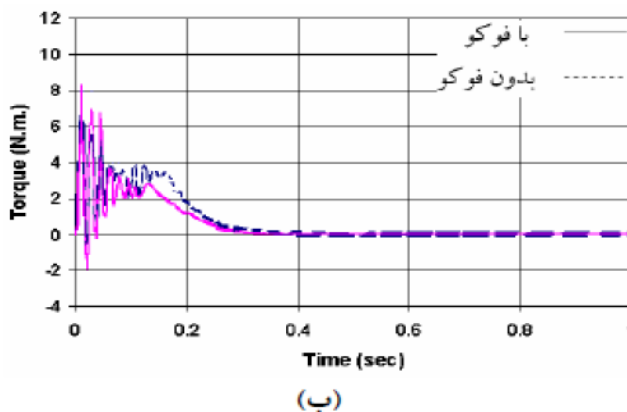
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۵-۳- نتیجه ها حاصل از شبیه سازی

برای نشان دادن مزایای استفاده از سیستم کنترل برداری و اطمینان از درستی روند مدلسازی موتور، ابتدا پاسخ های حلقه باز موتور ارایه می شود. شکل (۵-۳) پاسخ های سرعت و گشتاور موتور را در دو حالت (بدر نظر گرفتن اثر تلفات فوکو و بدون آن) و با تغذیه سینوسی نشان می دهد. در این شبیه سازی موتور بدون باز است و خط پیوسته مربوط به حالتی است که اثر تلفات فوکو لحاظ شده و خط چین مربوط به حالتی است که از این اثر صرف نظر شده است. مقایسه نتیجه های این شبیه سازی ها نشان می دهد که در نظر گرفتن مقاومت مدل کننده تلفات فوکو سبب کاهش زمان خیز پاسخ سرعت می شود. زیرا گشتاور



جریان فوکو در راه اندازی بیشترین مقدار است و به راه اندازی راحت تر کمک می کند.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۵)-

(۳) شکل موج های (الف) سرعت (ب) گشتاور الکترو مغناطیسی

شکل (۴-۵)، تغییرهای محاسبه و اندازه گیری شده لغزش بر حسب زمان را برای

PT-2 در بی باری و ولتاژهای تغذیه متفاوت

($V=1pu, b:v=0.85, c:V=0.75pu, d:V=0.65pu, e:V=0.55pu, f:V=0.50pu$)

نشان می دهد. شکل (الف-۴-۵) نتیجه های شبیه سازی [۱۲] (ب-۴-۵) نتیجه های

آزمایش [۱۲] عملی روی این موتور و شکل (ج-۴-۵) نتیجه شبیه سازی این بخش است.

نتیجه ی شبیه سازی [۱۲] به ازای ولتاژ تغذیه یک پریونیت پس از حدود ۰/۸۵ ثانیه به

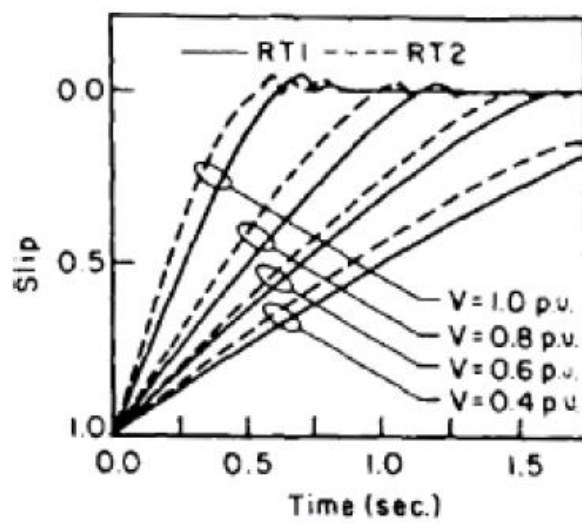
حالت پایدار می رسد، نتیجه آزمایش عملی این مرجع پس از حدود ۰/۷۲ ثانیه و نتیجه

شبیه سازی این بخش ۰/۶۹۸۳ ثانیه به حالت ماندگار می رسد. علت تفاوت نتیجه های شبیه

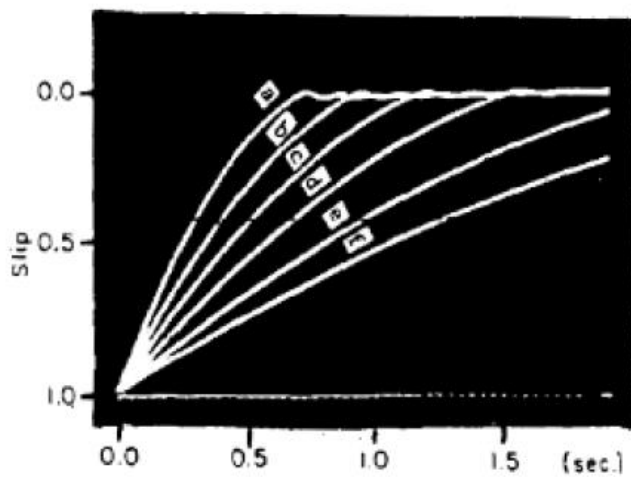
سازی و آزمایش عملی در نظر نگرفتن اثر اشباع در دو شبیه سازی و اثر فوکو در شبیه سازی

است [۱۲].

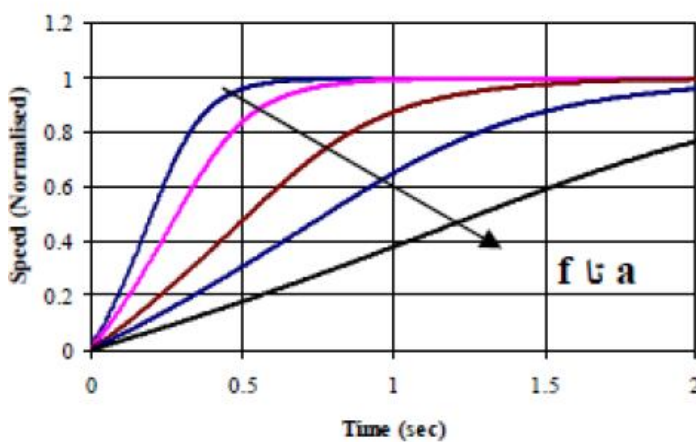
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه



(الف)



(ب)



(ج)

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

شکل ۴-۵: لغزش بر حسب زمان برای ولتاژهای تغذیه مختلف،

(الف) نتیجه شبیه سازی از [۱۲] (ب) آزمایش عملی روی موتور PT-2 از [۱۲] (ج)

نتیجه مقاله

در ضمن این نمودارها نشان می دهند که موتور می تواند در ولتاژهای کم (کمتر از 0.5pu) هم سنکرون شود. به عنوان مثال به ازای ولتاژ تغذیه ۰/۴ پریونیت به تقریب در زمان ۳/۷۵ ثانیه به سرعت سنکرون می رسد.

شکل (۴-۵) تغییر های گشتاور بر حسب زمان را طی زمان شتاب گیری برای موتور

PT-2 در بی باری و با تغییر ولتاژ تغذیه

(a:V=1pu, b:v=0.85, c:V=0.75pu, d:V=0.65pu, e:V=0.55pu, f:V=0.50pu)

(5-5-ب) منحنی گشتاور - زمان محاسبه شده در [۱۲] را به ازای ولتاژ یک پریونیت

نشان می دهد (۴-۵-ب) منحنی ناشی از آزمایش عملی، (۵-۵-ج) منحنی شبیه سازی

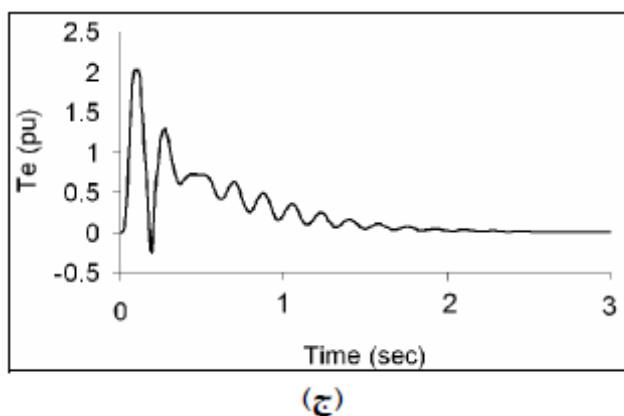
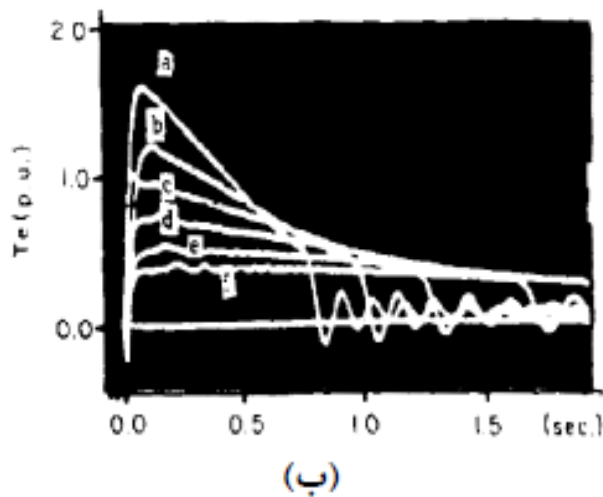
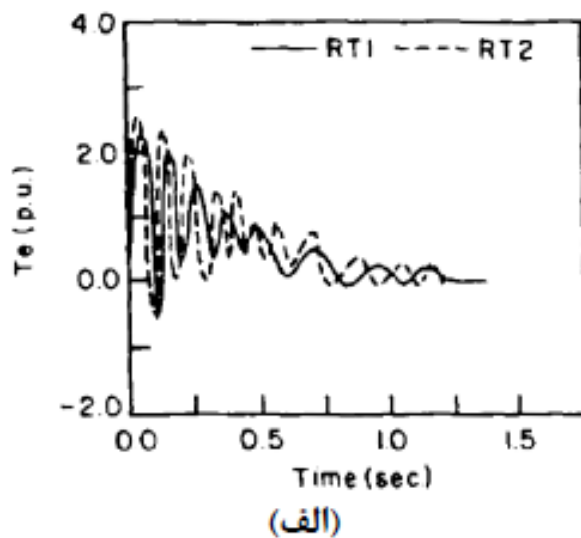
حاضر را به ازای ولتاژ یک پریونیت نشان می دهد. این شکل ها نشان می دهند که موتور

هیستریزس گشتاور راه اندازی بالای که ناشی از اثرهای پسماند و فوکو است، تولید می کند

و در سرعت های کمتر، گشتاور بیشتر است. وقتی رتور به سرعت سنکرون می رسد، سرعت

شار رتور با سرعت شار استاتور یکی می شود و گشتاور ناشی از جریان فوکو ناپدید می شود.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۵-۵): نمودار گشتاور بر حسب زمان تغییر ولتاژ تغذیه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

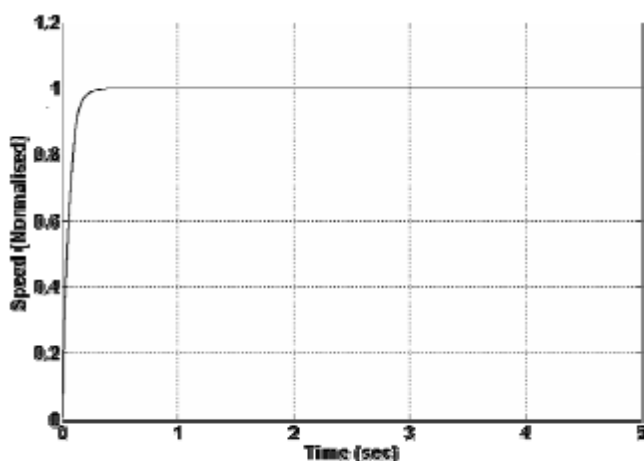
(الف) شبیه سازی [۱۲] به ازای $v=1pu$ ، (ب) آزمایش عملی از [۱۲]، (ج) نتیجه مقاله به

ازای $v=1pu$

شکل (۵-۵) نشان می دهد که گشتاور راه اندازی در شبیه سازی [۱۲] حدود $2/4$ پریونیت، در آزمایش عملی حدود $1/7$ و شبیه سازی این پروژه حدود دو پریونیت است. تفاوت نتیجه های شبیه سازی و آزمایش عملی مربوط به نادیده گرفتن اثر اشباع در دو شبیه سازی و اثر جریان فوکو در شبیه سازی است [۱۲].

شکل (۶-۵) نتیجه های شبیه سازی سرعت،

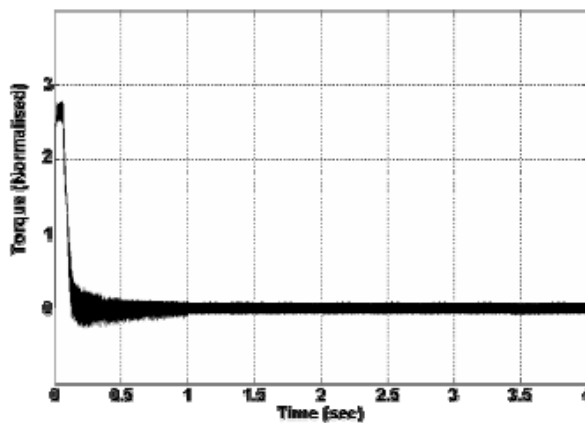
گشتاور و جریان های محور d و q استاتور را به ازای گشتاور بار صفر و فرمان سرعت یک



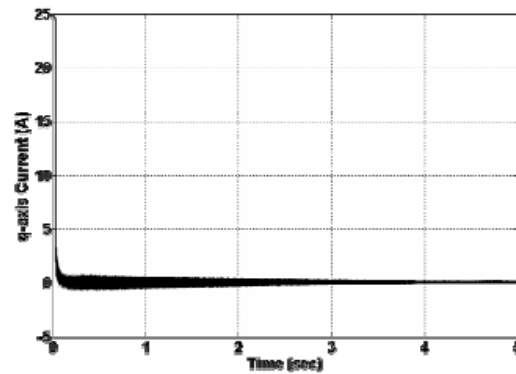
(الف)

پریونیت نشان می دهد.

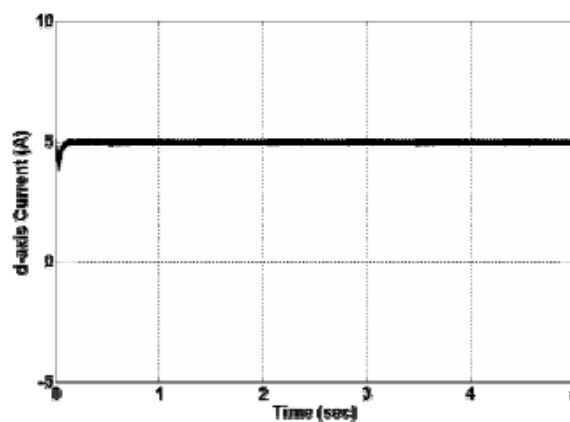
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه



(ب)



(ج)



(د)

شکل (۵-۶): نتیجه های شبیه سازی سرعت،

گشتاور و جریان های محور δ و θ استاتور به ازای گشتاور بار صفر و فرمان سرعت یک

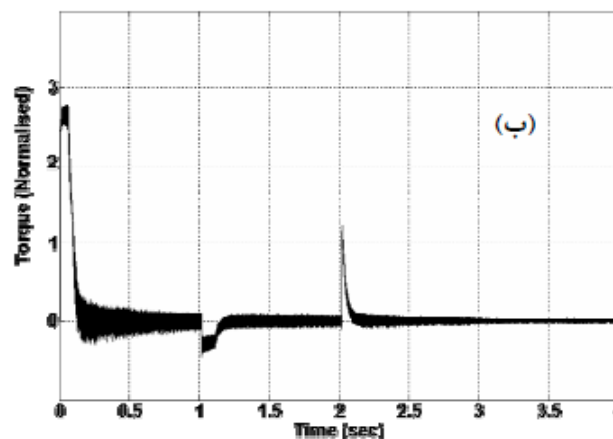
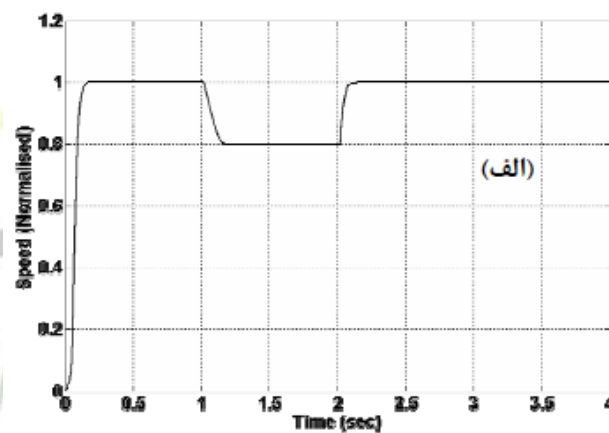
پریونیت

همان طور که از شکل (۵-۶) مشخص است، موتور در زمان حدود ۰/۲۵ ثانیه به حالت ماندگار خود می رسد. در حالی که این زمان در سیستم حلقه باز (در شرایطی که موتور با ولتاژ مربعی دو سطحی • مشابه خروجی اینورتور) تغذیه شود) حدود ۰/۳۶ ثانیه بود. این دینامیک سریع در گرو اعمال حداکثر گشتاور در راه اندازی به وسیله کنترل برداری است.

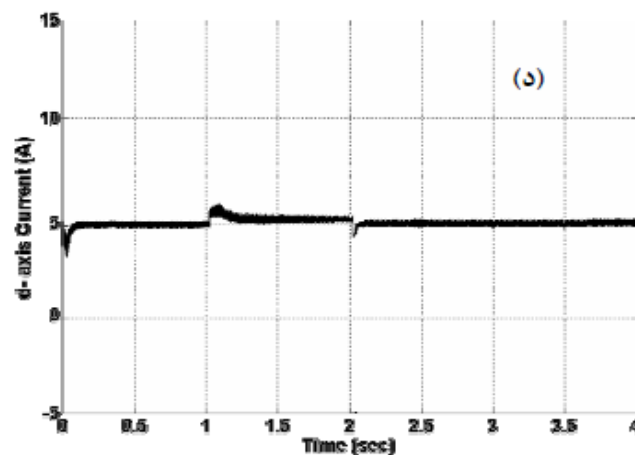
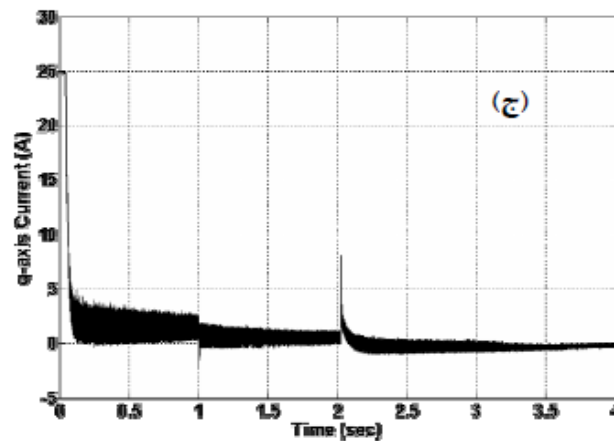
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

شکل (۷-۵) نتیجه های شبیه سازی سرعت، گشتاور و جریان های محور d و q استاتور را به ازای گشتاور بار صفر و تغییر پله ای فرمان سرعت از یک پریونیت به 0.8 پریونیت و سپس دوباره یک پریونیت نشان می دهد.

ملاحظه می شود که زمان لازم برای رسیدن سرعت موتور از یک به 0.8 پریونیت 0.15 ثانیه و زمان لازم برای شتاب گیری از 0.8 به یک پریونیت نیز حدود 0.14 ثانیه است و این موضوع نشان دهنده دینامیک سریع موتور می باشد. وجود پالس های تیز در نمودار گشتاور و جریان، در لحظات تغییر فرمان سرعت نیز بیان دیگری از سریع بودن پاسخ سیستم است.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر سایت و به همراه فونت های لازمه

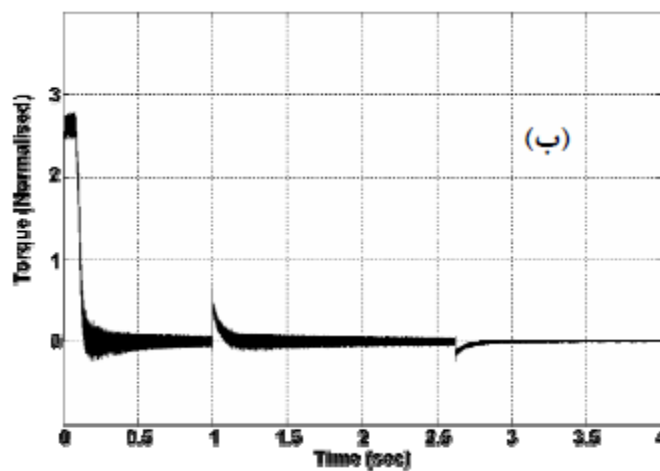
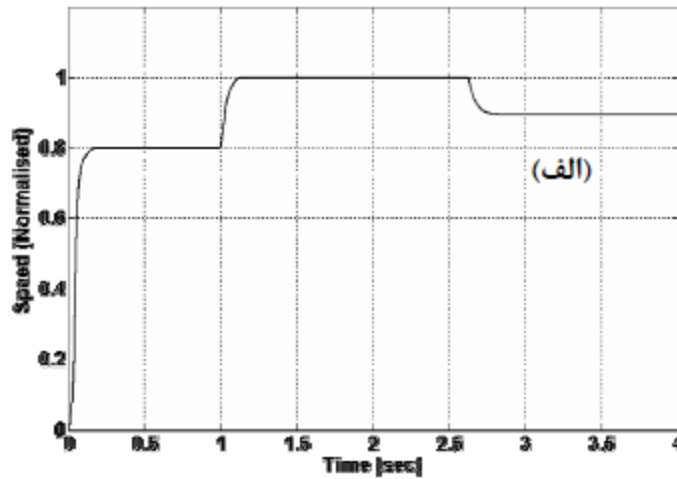


شکل (۵-۷) نتیجه های شبیه سازی سرعت ، گشتاور و جریان های محور d و q استاتور به ازای گشتاور بار صفر و تغییر پله ای فرمان سرعت از یک پریونیت به $0/8$ پریونیت و سپس دوباره یک پریونیت

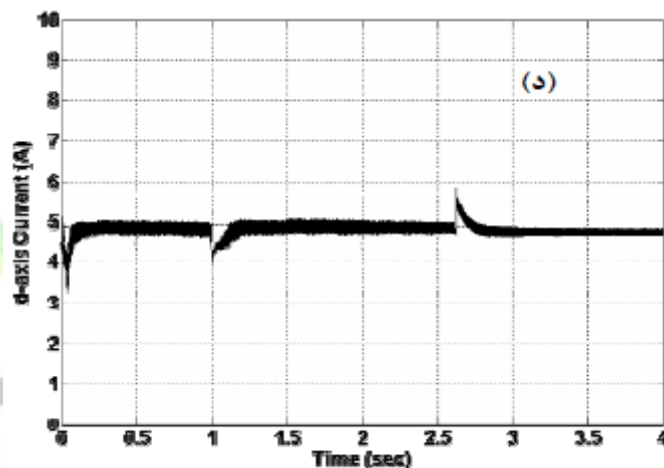
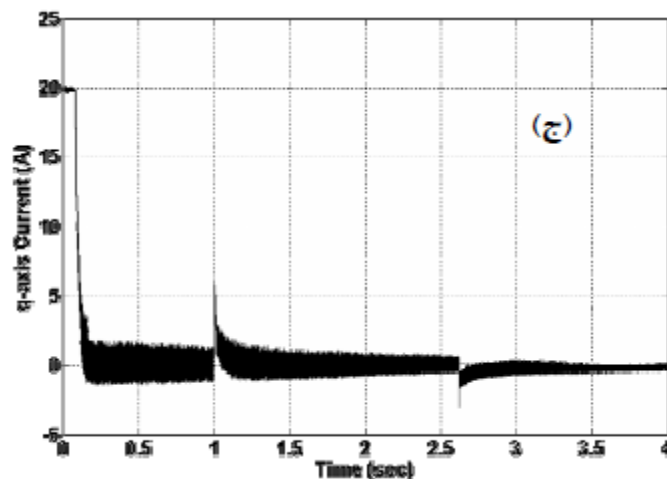
تغییر بسیار اندک جریان محور d از مقدار فرمان آن در لحظات تغییر جریان محور q بیانگر تفکیک خوب جریان های استاتور است. شایان ذکر است برای اینکه تفکیک متغیرهای دومتحرک به صورت کامل انجام شود، لازم است اثر زاویه کشش هیستریزیس نیز در الگوریتم تفکیک مد نظر قرار گیرد [۵].

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرمان سایت و به همراه فونت های لازم

شکل (۵-۸) نتیجه های شبیه سازی سرعت، گشتاور و جریان های محور d و q استاتور رادرازی گشتاور بار صفر و تغییر پله ای فرمان سرعت از 0.8 پریونیت به یک پریونیت و سپس 0.9 پریونیت نشان می دهد.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۵-۸) نتیجه های شبیه سازی سرعت ،

گشتاور و جریان های محور d و q استاتور به ازای گشتاور بار صفر و تغییر پله ای

فرمان سرعت از $0/8$ پریونیت به یک پریونیت و سپس کاهش به $0/9$ پریونیت

شکل (۵-۸) نشان می دهد که موتور در مدت کمتر از $0/15$ ثانیه به فرمان سرعت که

$0/8$ پریونیت است می رسد و سرعت در مدت $0/14$ ثانیه از $0/8$ به یک پریونیت افزایش می

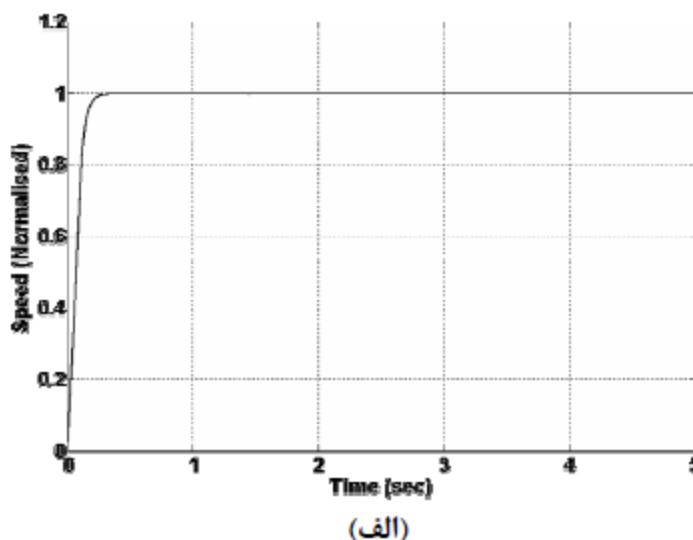
یابد. رفتار موتور در کاهش شتاب نیز سریع و نرم است و در مدت حدود $0/15$ ثانیه از یکمک

پریونیت به $0/9$ آن می رسد.

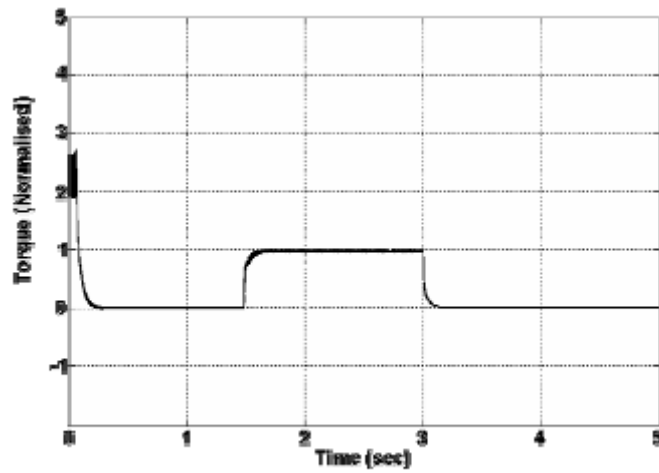
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازمه

در شکل (۵-۹)، نتیجه های شبیه سازی سرعت، گشتاور و جریان های استاتور به ازای فرمان سرعت یک پریونیت و تغییر پله ای گشتاور بار از صفر به یک پریونیت نشان داده شده است. ملاحظه می شود که گشتاور موتور در مدت حدود 0.2 ثانیه از بی باری به بار نامی می رسد. منبا افزایش و کاهش پله ای گشتاور بار، کنترل کننده سرعت، سرعت موتور را در فرمان اولیه به صورت ثابت و بدون نوسان نگه می دارد. کنترل کننده سرعت در هر دو مورد افزایش و کاهش گشتاور بار به خوبی عمل کرده و سرعت موتور را روی فرمان داده شده نگه می دارد.

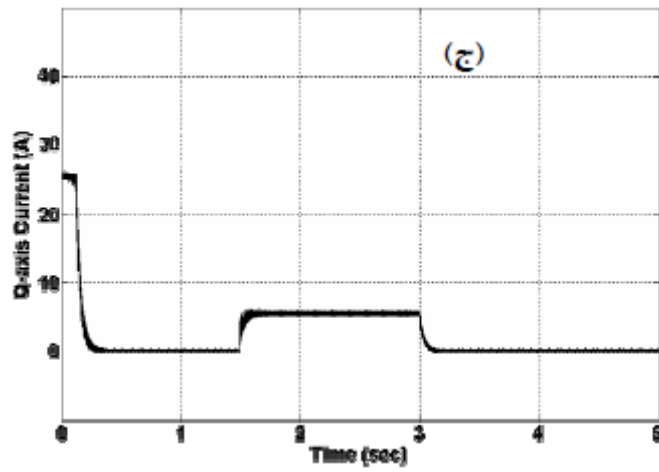
در شکل (۵-۱۰)، نتیجه های شبیه سازی سرعت، گشتاور و جریان های استاتور به ازای فرمان سرعت یک پریونیت و تغییر پله ای گشتاور بار به صورت $0-0.5-1-0.5-0$ پریونیت نشان داده شده است.



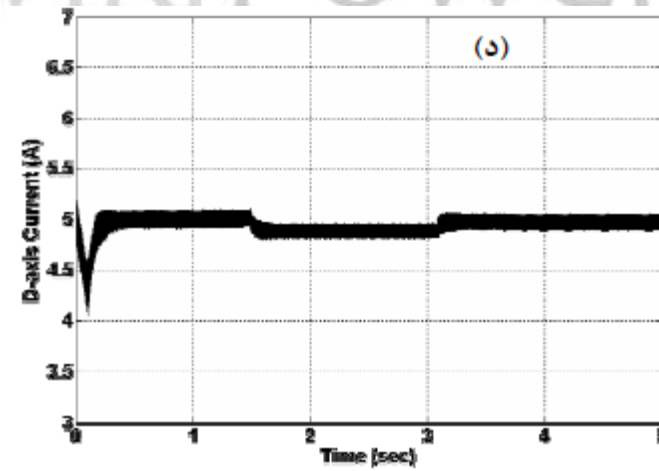
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم



(ب)



(ج)



(د)

شکل (۵-۹) نتیجه های شبیه سازی سرعت،

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرمان سایت و به همراه فونت های لازم

گشتاور و جریان استاتور را به ازای فرمان سرعت یک پریونیت و تغییر پله ای گشتاور

باراز صفر به یک و سپس دوباره صفر پریونیت

همان طور که از شکل ها مشخص است کنترل کننده سرعت در همه تغییر های پله ای

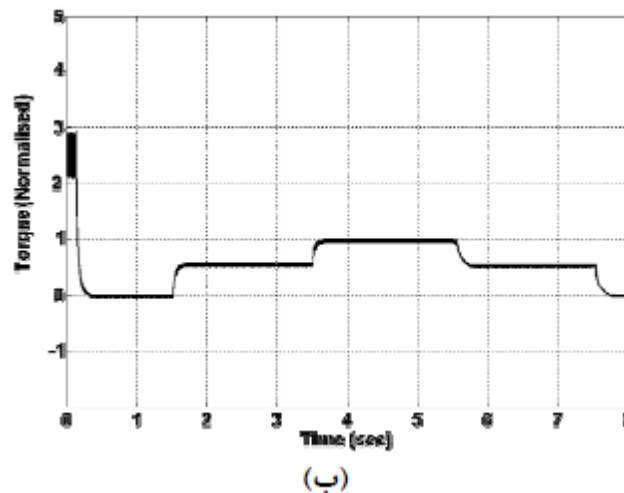
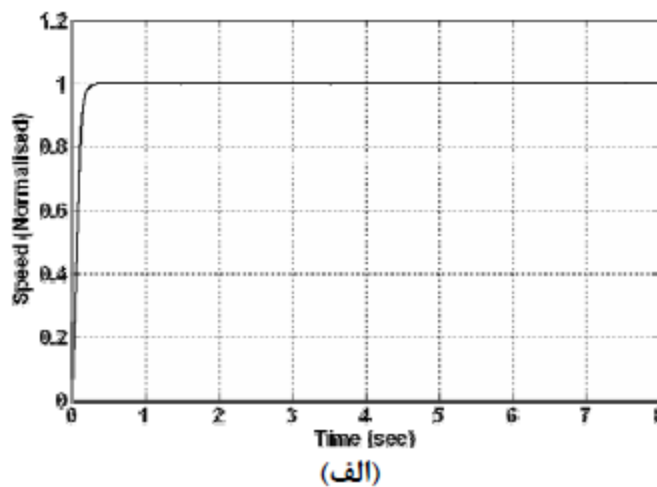
گشتاور به خوبی عمل می کند و سرعت موتور را روی فرمان داده شده نگه می دارد. به

عبارت دیگر استفاده از کنترل برداری در میرا کردن نوسانات یکنواخت مکانیکی که حین

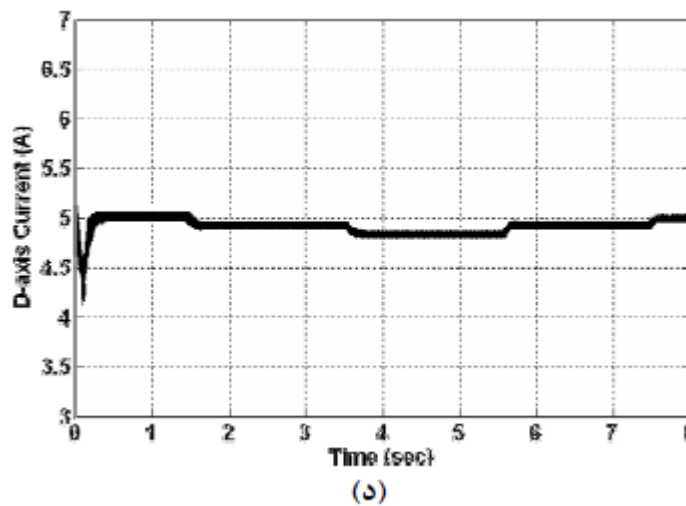
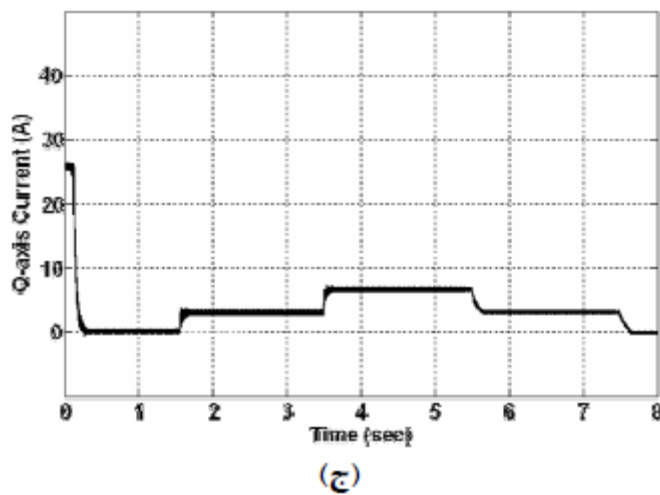
تغییر پله ای بار در موتور هیستریزس به وجود می آید نیز موثر است. بدیهی است استفاده

از بلوک تفکیک کننده مقادیر محورهای d و q به افزایش دینامیک سیستم کمک می

کند.



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آر م سایت و به همراه فونت های لازم



شکل (۵-۱۰) نتیجه های شبیه سازی سرعت،

گشتاور جریان های استاتور را به ازای فرمان سرعت یک پریونیت و تغییر پله ای گشتاور

بار به صورت ۰-۰/۵-۱-۰/۵-۰ پریونیت

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

۵-۴- نتیجه گیری

در این بخش سیستم کنترل برداری موتور هیستریزیس مورد بررسی قرار گرفت. ملاحظه شد که استفاده از این سیستم کنترلی سبب افزایش دینامیک سیستم و بهبود پاسخ سیستم است. در ضمن جریان های گشتاور ساز (i_{qs}) و شار ساز (i_{ds}) به صورت موفقیت آمیزی با استفاده از روش فیدبک از هم تفکیک شدند و به صورت مستقل از هم کنترل شدند.

در ضمن یک روش تحلیل جدید موتور هیستریزیس در حالت دینامیکی با در نظر گرفتن اثر تلفات فوکو نیز ارائه شد. نتیجه های شبیه سازی این مدل نشان داد که در نظر گرفتن اثر فوکو سبب افزایش دینامیک پاسخ سرعت و گشتاور راه اندازی می شود. برای اطمینان از درست بودن مدل موتور نتیجه های بخش با نتیجه های عملی و شبیه سازی مقایسه شدند که هم تطابق و هماهنگی خوبی داشتند.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

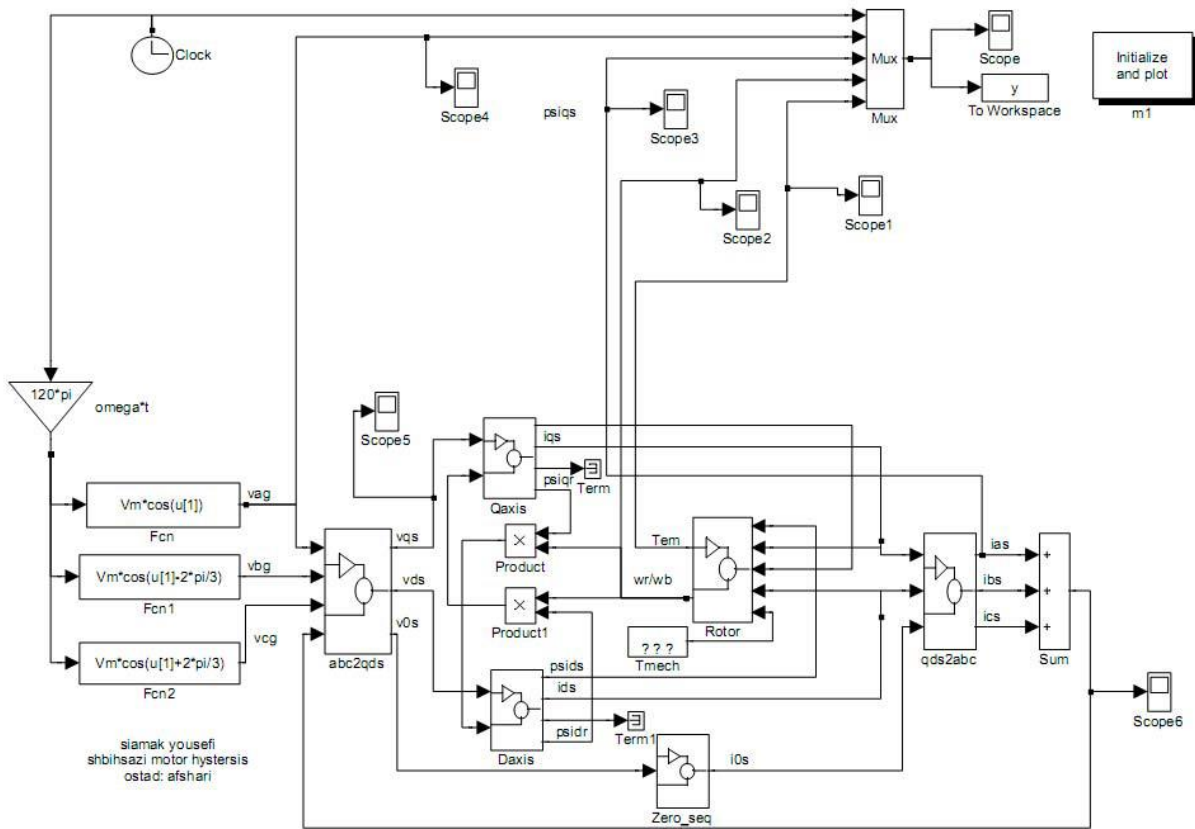
فصل ششم

شبیه سازی



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آر سایت و به همراه فونت های لازمه

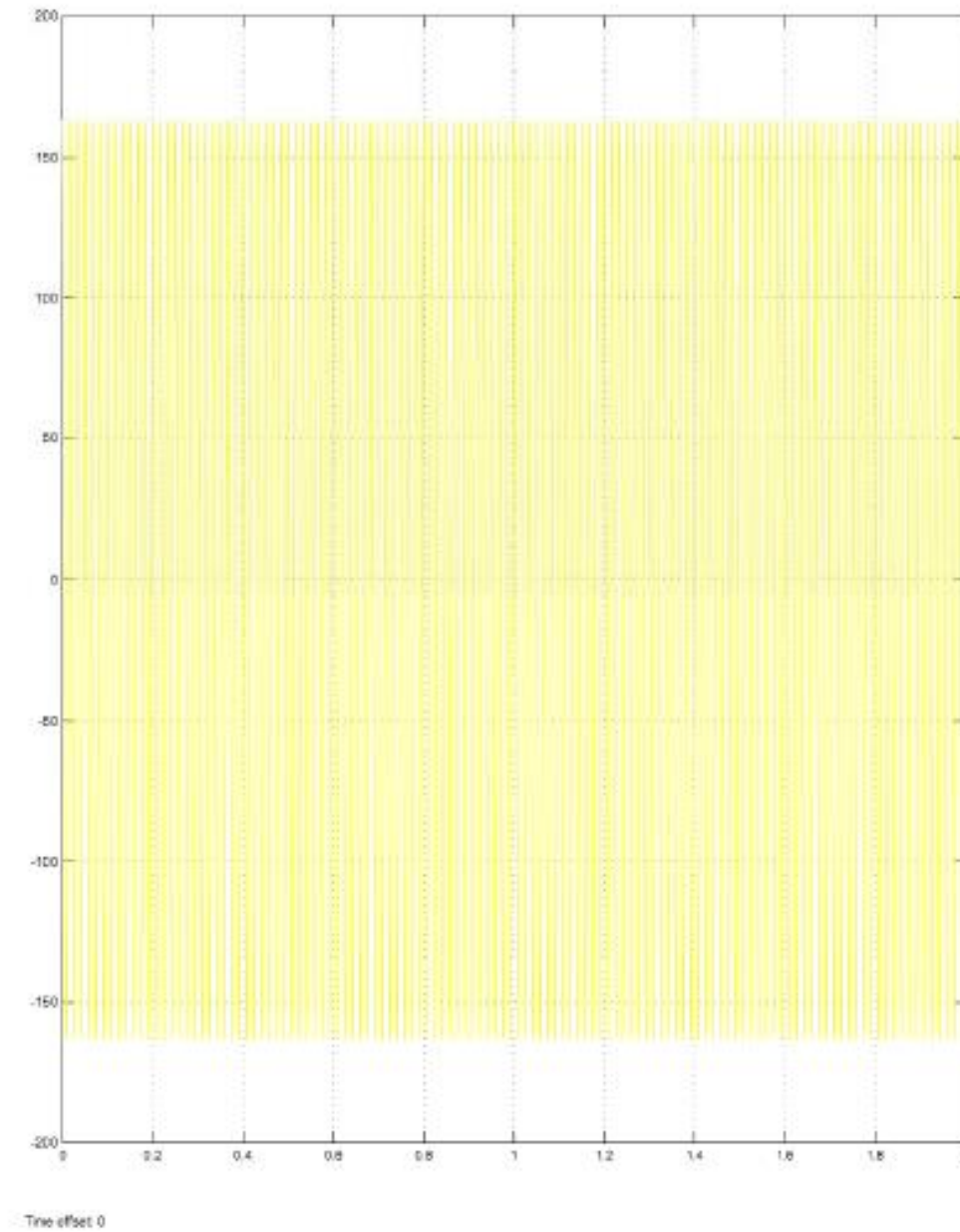
شماتیک موتور هیستریزس شبیه سازی شده در نرم افزار



siamak yousefi
shbihsazi motor hystersis
ostad: afshari

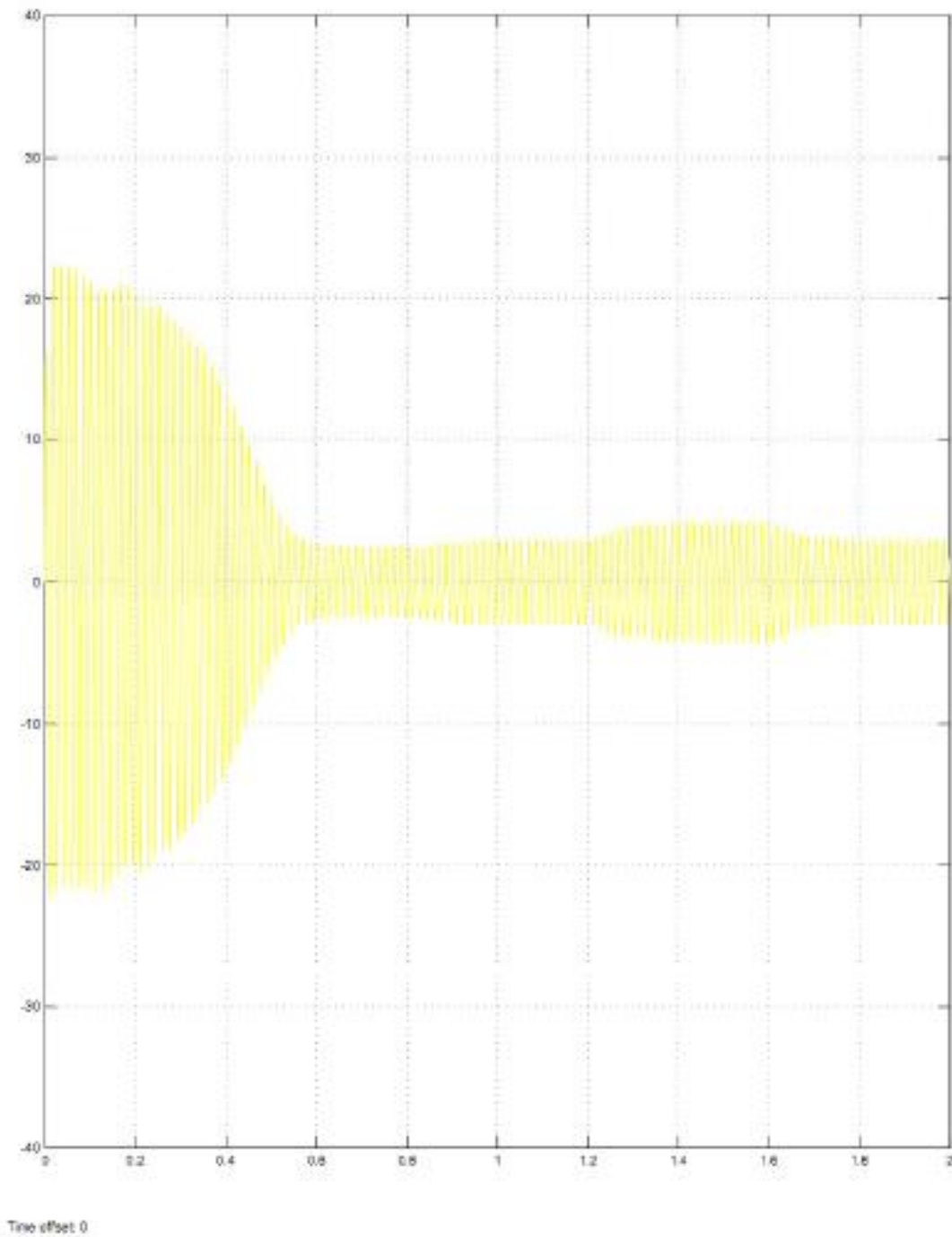
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

ولتاژ ورودی موتور هیستریزیس مورد شبیه سازی



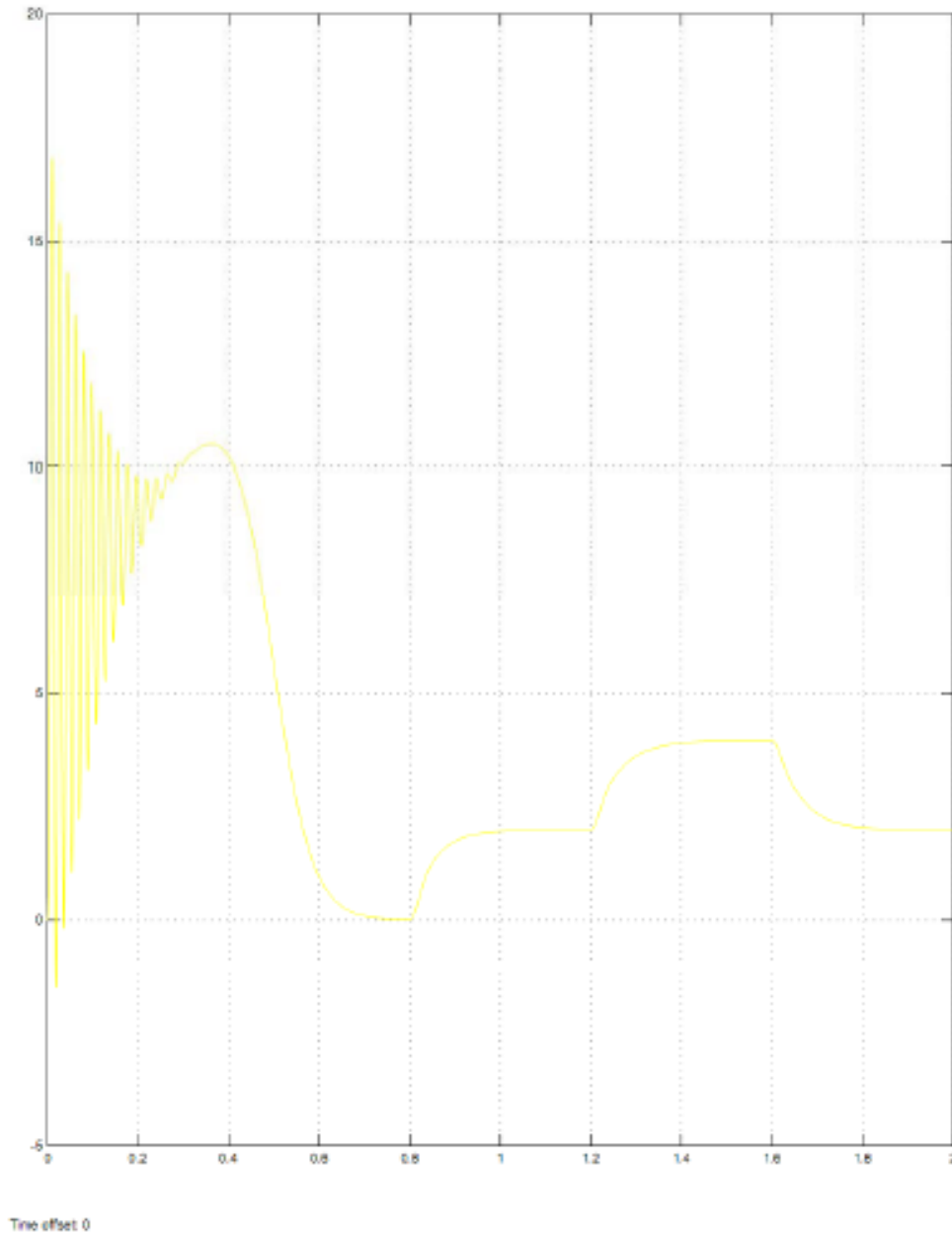
جریان موتور هیستریزیس مورد شبیه سازی

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم



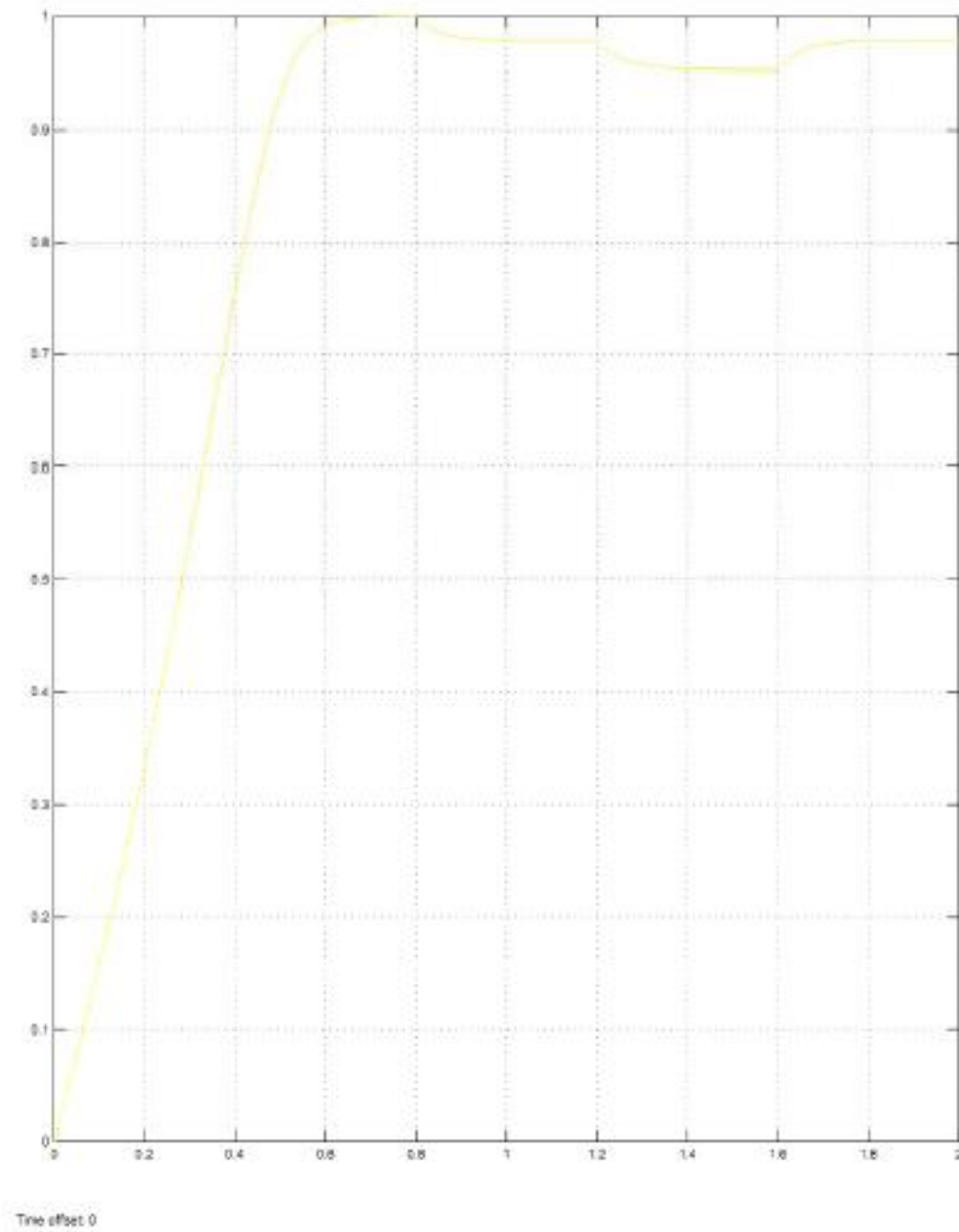
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

گشتاور موتور هیستریزیس مورد شبیه سازی در matlab



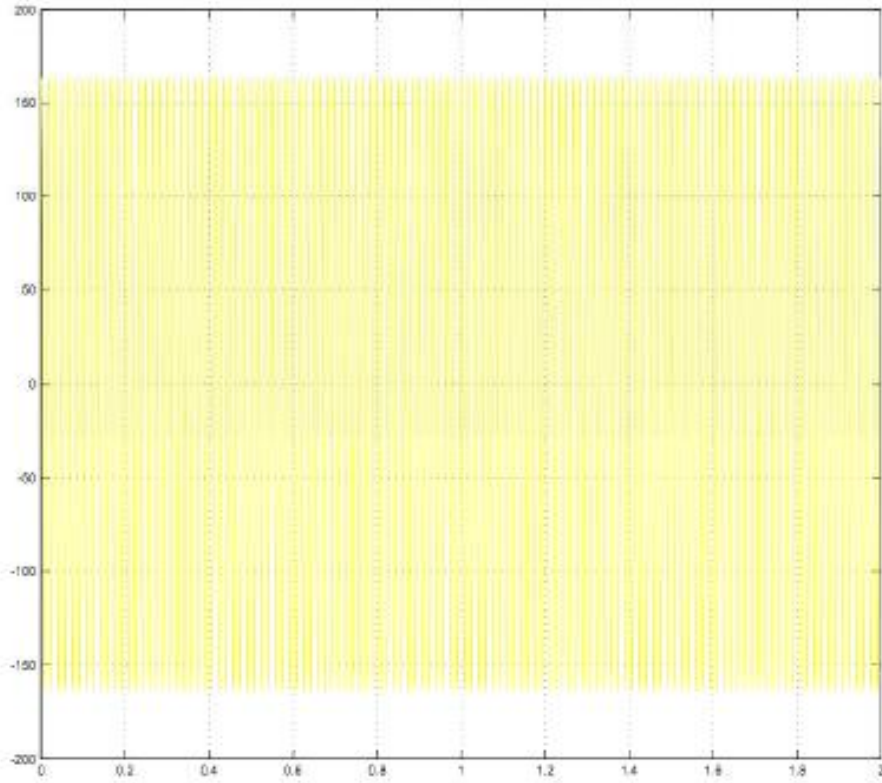
برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

سرعت موتور هیستریزیس مورد شبیه سازی شده در matlab



برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

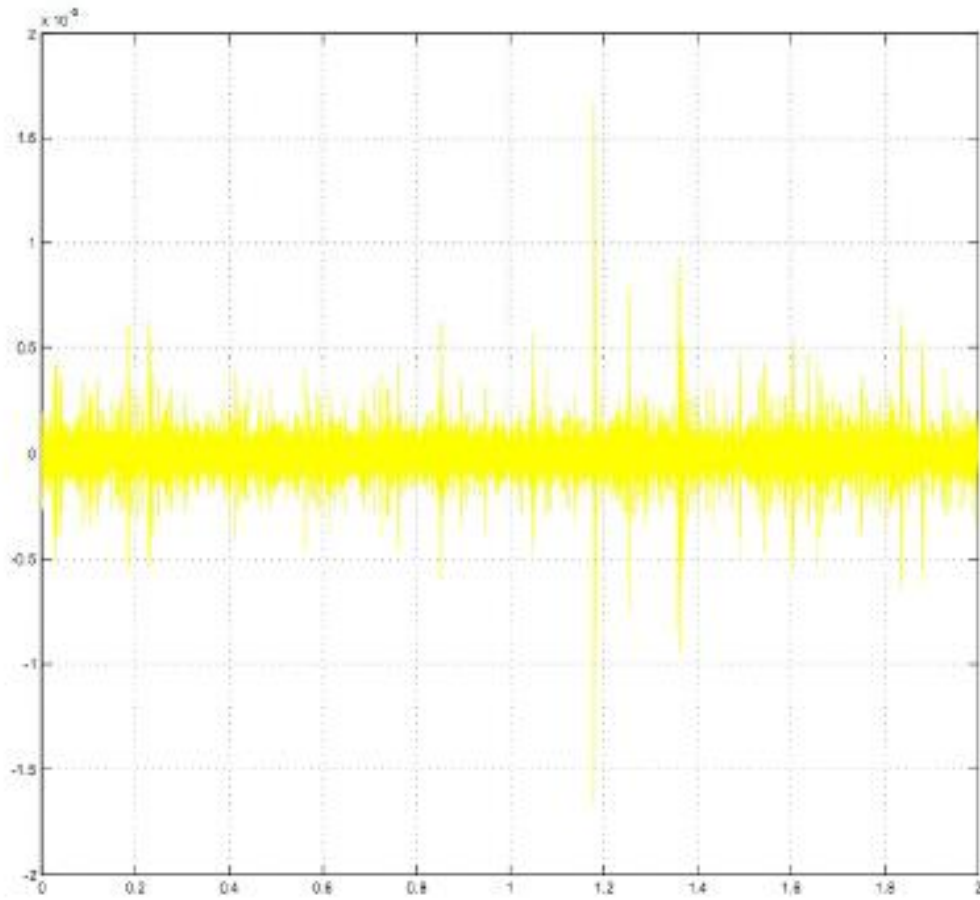
خروجی ولتاژ از بلوک dq (تبدیل ورودی به معادلات dq)



Time offset: 0

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

خروجی جریان از بلوک (dqs2abs)



Time offset: 0

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

m-file موتور هیستریزیس

```
% shbih sazi motor hystersis
% morteza gholmohamadi
p1hp % farakhani parametrhay motor hystersis morde nazar
Psiqso = 0;
Psipqro = 0;
Psidso = 0;
Psipdro = 0;
wrbywbo = 0;
tstop = 2;
tmech_time = [0 0.8 0.8 1.2 1.2 1.6 1.6 tstop];
tmech_value = [0 0 -0.5 -0.5 -1. -1. -0.5 -0.5]*Tb;
keyboard
clf;
subplot(4,1,1)
plot(y(:,1),y(:,2),'-')
ylabel('vag')
title('voltage vorodi')
subplot(4,1,2)
plot(y(:,1),y(:,3),'-')
ylabel('ias in A')
axis([-inf inf -25 25]);
title('jaryan ')
subplot(4,1,3)
plot(y(:,1),y(:,5),'-')
ylabel('T')
title('gashtavar')
subplot(4,1,4)
plot(y(:,1),y(:,4),'-')
axis([-inf inf 0 1.2]);
ylabel('wr/wb')
xlabel('time in sec')
title('sorat bar hasbe PU')
```

پارامترهای موتور هیستریزیس

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

```
% parametr hay motor hystersis
% morteza gholmohamadi
% shabihsazi motor hystersis
Sb = 750;
Prated = 750;
Vrated = 200;
pf = 0.8;
Irated = Sb/(sqrt(3)*Vrated*pf);
P = 4;
frated = 60;
wb = 2*pi*frated;
we = wb;
wbm = 2*wb/P;
Tb = Sb/wbm;
Zb = Vrated*Vrated/Sb;
Vm = Vrated*sqrt(2/3);
Vb = Vm;
Tfactor = (3*P)/(4*wb);
rs = 3.35;
xls = 6.94e-3*wb;
xplr = xls;
xm = 163.73e-3*wb;
rpr = 1.99;
xM = 1/(1/xm + 1/xls + 1/xplr);
J = 0.1;
H = J*wbm*wbm/(2*Sb);
Domega = 0;
```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت [ویکی پاور](#) مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

```
% shabih sazi az tarigh mfile matlab
% morteza gholmohamadi
function [ret,x0,str,ts,xts]=s1(t,x,u,flag);
sys = mfilename;
new_system(sys)
simver(1.3)
if (0 == (nargin + nargout))
    set_param(sys,'Location',[0,39,791,455])
    open_system(sys)
end;
set_param(sys,'algorithm', 'Adams/Gear')
set_param(sys,'Start time', '0.0')
set_param(sys,'Stop time', 'tstop')
set_param(sys,'Min step size', '2e-4')
set_param(sys,'Max step size', '1e-2')
set_param(sys,'Relative error','1e-7')
set_param(sys,'Return vars', '')

add_block('built-in/Scope',[sys,'],'Scope')
set_param([sys,'],'Scope',...
    'Vgain','30.000000',...
    'Hgain','2.000000',...
    'Vmax','60.000000',...
    'Hmax','4.000000',...
    'Window',[0,400,812,600])
open_system([sys,'],'Scope')
set_param([sys,'],'Scope',...
```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

```

add_block('built-in/Fcn',[sys, '/', 'Daxis/Fcn4'])
set_param([sys, '/', 'Daxis/Fcn4'],...
    'Expr','(u[1]-u[2])/xls',...
    'position',[495,126,585,154])
add_block('built-in/Mux',[sys, '/', 'Daxis/Mux4'])
set_param([sys, '/', 'Daxis/Mux4'],...
    'inputs','2',...
    'position',[450,114,470,161])
add_block('built-in/Note',[sys, '/', 'Daxis/ids'])
set_param([sys, '/', 'Daxis/ids'],...
    'position',[600,120,605,125])

add_block('built-in/Integrator',[sys, '/', 'Daxis/psids_'])
set_param([sys, '/', 'Daxis/psids_'],...
    'Initial','Psidso',...
    'position',[335,137,365,163])
add_block('built-in/Note',[sys, '/', 'Daxis/psids'])
set_param([sys, '/', 'Daxis/psids'],...
    'position',[380,125,385,130])
add_block('built-in/Note',[sys, '/', 'Daxis/psiqm'])
set_param([sys, '/', 'Daxis/psiqm'],...
    'position',[665,200,670,205])
add_block('built-in/Outport',[sys, '/', ['Daxis/out_idr']])
set_param([sys, '/', ['Daxis/out_idr']],...
    'Port','3',...
    'position',[735,305,755,325])
add_block('built-in/Fcn',[sys, '/', 'Daxis/Fcn5'])
set_param([sys, '/', 'Daxis/Fcn5'],...
    'Expr','(u[1]-u[2])/xplr',...
    'position',[490,300,585,330])
add_block('built-in/Integrator',[sys, '/', ['Daxis/psidr_']])
set_param([sys, '/', ['Daxis/psidr_']],...
    'Initial','Psidro',...
    'position',[345,287,375,313])
add_block('built-in/Note',[sys, '/', ['Daxis/idr']])
set_param([sys, '/', ['Daxis/idr']],...
    'position',[600,292,605,297])
add_block('built-in/Mux',[sys, '/', 'Daxis/Mux1'])
set_param([sys, '/', 'Daxis/Mux1'],...
    'inputs','3',...
    'position',[105,262,125,338])
add_block('built-in/Fcn',[sys, '/', 'Daxis/Fcn2'])
set_param([sys, '/', 'Daxis/Fcn2'],...
    'Expr','wb*(-u[2] +(rpr/xplr)*(u[3]-u[1]))',...
    'position',[145,284,325,316])

add_block('built-in/Inport',[sys, '/', ['Daxis/in_(wr//wb)*psiqr']])
set_param([sys, '/', ['Daxis/in_(wr//wb)*psiqr']],...
    'Port','2',...

```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

```

        'position',[45,290,65,310])
add_block('built-in/Fcn',[sys,/, 'Daxis/Fcn3'])
set_param([sys,/, 'Daxis/Fcn3'],...
        'Expr','xM*(u[1]/xls+u[2]/xplr)',...
        'position',[485,207,635,243])
add_block('built-in/Mux',[sys,/, 'Daxis/Mux3'])
set_param([sys,/, 'Daxis/Mux3'],...
        'inputs','2',...
        'position',[445,193,465,257])
add_block('built-in/Mux',[sys,/, 'Daxis/Mux2'])
set_param([sys,/, 'Daxis/Mux2'],...
        'inputs','2',...
        'position',[450,286,470,339])
add_block('built-in/Note',[sys,/, ['Daxis/psidr'']])
set_param([sys,/, ['Daxis/psidr'']],...
        'position',[390,276,395,281])
add_block('built-in/Outport',[sys,/, ['Daxis/out_psidr'']])
set_param([sys,/, ['Daxis/out_psidr'']],...
        'Port','4',...
        'position',[735,260,755,280])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[640,225;695,225;695,365;410,365;410,325;445,325])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[380,300;445,300])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[475,315;485,315])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[380,300;415,300;415,240;440,240])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[370,150;405,150;405,210;80,210;80,180;95,180])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[380,300;415,300;415,240;85,240;85,275;100,275])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[130,300;140,300])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[640,225;695,225;695,90;80,90;80,120;95,120])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[640,225;695,225;695,365;75,365;75,325;100,325])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[640,225;695,225;695,180;425,180;425,150;445,150])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[370,150;405,150;405,125;445,125])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[475,140;490,140])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[470,225;480,225])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[370,150;405,150;405,210;440,210])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[330,300;340,300])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[315,150;330,150])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[125,150;140,150])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[590,140;730,140])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[370,150;405,150;405,75;730,75])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[75,150;95,150])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[70,300;100,300])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[590,315;730,315])
add_line([sys,/, 'Daxis'],[380,300;415,300;415,270;730,270])
set_param([sys,/, 'Daxis'],...
        'position',[380,280,415,335])
new_system([sys,/, 'Qaxis'])
set_param([sys,/, 'Qaxis'], 'Location',[213,440,1045,854])
add_block('built-in/Fcn',[sys,/, 'Qaxis/Fcn'])
set_param([sys,/, 'Qaxis/Fcn'],...
        'Expr','wb*(u[2]+(rs/xls)*(u[1]-u[3]))',...

```


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

```

        'position',[145,135,310,165])
add_block('built-in/Mux',[sys,','Qaxis/Mux'])
set_param([sys,','Qaxis/Mux'],...
    'inputs','3',...
    'position',[100,108,120,192])
add_block('built-in/Inport',[sys,','Qaxis/in_vqs'])
set_param([sys,','Qaxis/in_vqs'],...
    'position',[50,140,70,160])
add_block('built-in/Outport',[sys,','Qaxis/out_psiqs'])
set_param([sys,','Qaxis/out_psiqs'],...
    'position',[735,65,755,85])
add_block('built-in/Outport',[sys,','Qaxis/out_iqs'])
set_param([sys,','Qaxis/out_iqs'],...
    'Port','2',...
    'position',[735,130,755,150])
add_block('built-in/Fcn',[sys,','Qaxis/Fcn4'])
set_param([sys,','Qaxis/Fcn4'],...
    'Expr','(u[1]-u[2])/xls',...
    'position',[495,126,585,154])
add_block('built-in/Mux',[sys,','Qaxis/Mux4'])
set_param([sys,','Qaxis/Mux4'],...
    'inputs','2',...
    'position',[450,114,470,161])
add_block('built-in/Note',[sys,','Qaxis/iqs'])
set_param([sys,','Qaxis/iqs'],...
    'position',[600,120,605,125])
add_block('built-in/Integrator',[sys,','Qaxis/psiqs_'])
set_param([sys,','Qaxis/psiqs_'],...
    'Initial','Psiqso',...
    'position',[335,137,365,163])
add_block('built-in/Note',[sys,','Qaxis/psiqs'])
set_param([sys,','Qaxis/psiqs'],...
    'position',[380,125,385,130])
add_block('built-in/Note',[sys,','Qaxis/psiqm'])
set_param([sys,','Qaxis/psiqm'],...
    'position',[665,200,670,205])

add_block('built-in/Outport',[sys,','Qaxis/out_iqr'''])
set_param([sys,','Qaxis/out_iqr'''],...
    'Port','3',...
    'position',[735,305,755,325])

add_block('built-in/Fcn',[sys,','Qaxis/Fcn5'])
set_param([sys,','Qaxis/Fcn5'],...
    'Expr','(u[1]-u[2])/xplr',...
    'position',[490,300,585,330])

add_block('built-in/Integrator',[sys,','Qaxis/psiqr" _'])

```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

```

set_param([sys,'/','Qaxis/psiqr' _'],...
          'Initial','Psipqro',...
          'position',[345,287,375,313])

add_block('built-in/Note',[sys,'/','Qaxis/iqr'''])
set_param([sys,'/','Qaxis/iqr'''],...
          'position',[600,292,605,297])

add_block('built-in/Mux',[sys,'/','Qaxis/Mux1'])
set_param([sys,'/','Qaxis/Mux1'],...
          'inputs','3',...
          'position',[105,262,125,338])

add_block('built-in/Fcn',[sys,'/','Qaxis/Fcn2'])
set_param([sys,'/','Qaxis/Fcn2'],...
          'Expr','wb*(u[2] +(rpr/xplr)*(u[3]-u[1]))',...
          'position',[145,284,325,316])

add_block('built-in/Inport',[sys,'/','Qaxis/in_(wr//wb)*psidr'''])
set_param([sys,'/','Qaxis/in_(wr//wb)*psidr'''],...
          'Port','2',...
          'position',[45,290,65,310])

add_block('built-in/Fcn',[sys,'/','Qaxis/Fcn3'])
set_param([sys,'/','Qaxis/Fcn3'],...
          'Expr','xM*(u[1]/xls+u[2]/xplr)',...
          'position',[485,207,635,243])

add_block('built-in/Mux',[sys,'/','Qaxis/Mux3'])
set_param([sys,'/','Qaxis/Mux3'],...
          'inputs','2',...
          'position',[445,193,465,257])

add_block('built-in/Mux',[sys,'/','Qaxis/Mux2'])
set_param([sys,'/','Qaxis/Mux2'],...
          'inputs','2',...
          'position',[450,286,470,339])

add_block('built-in/Note',[sys,'/','Qaxis/psiqr'''])
set_param([sys,'/','Qaxis/psiqr'''],...
          'position',[390,276,395,281])

add_block('built-in/Outport',[sys,'/','Qaxis/out_psiqr'''])
set_param([sys,'/','Qaxis/out_psiqr'''],...
          'Port','4',...

```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

```

        'position',[735,260,755,280])
add_line([sys,','Qaxis'],[640,225;695,225;695,365;410,365;410,325;445,325])
add_line([sys,','Qaxis'],[380,300;445,300])
add_line([sys,','Qaxis'],[475,315;485,315])
add_line([sys,','Qaxis'],[380,300;415,300;415,240;440,240])
add_line([sys,','Qaxis'],[370,150;405,150;405,210;80,210;80,180;95,180])
add_line([sys,','Qaxis'],[380,300;415,300;415,240;85,240;85,275;100,275])
add_line([sys,','Qaxis'],[130,300;140,300])
add_line([sys,','Qaxis'],[640,225;695,225;695,90;80,90;80,120;95,120])
add_line([sys,','Qaxis'],[640,225;695,225;695,365;75,365;75,325;100,325])
add_line([sys,','Qaxis'],[640,225;695,225;695,180;425,180;425,150;445,150])
add_line([sys,','Qaxis'],[370,150;405,150;405,125;445,125])
add_line([sys,','Qaxis'],[475,140;490,140])
add_line([sys,','Qaxis'],[470,225;480,225])
add_line([sys,','Qaxis'],[370,150;405,150;405,210;440,210])
add_line([sys,','Qaxis'],[330,300;340,300])
add_line([sys,','Qaxis'],[315,150;330,150])
add_line([sys,','Qaxis'],[125,150;140,150])
add_line([sys,','Qaxis'],[590,140;730,140])
add_line([sys,','Qaxis'],[370,150;405,150;405,75;730,75])
add_line([sys,','Qaxis'],[75,150;95,150])
add_line([sys,','Qaxis'],[70,300;100,300])
add_line([sys,','Qaxis'],[590,315;730,315])
add_line([sys,','Qaxis'],[380,300;415,300;415,270;730,270])

% Finished 'Qaxis'.

set_param([sys,','Qaxis'],...
        'position',[375,105,410,160])

add_block('built-in/Note',[sys,','Induction Machine Simulation',13,' in Stationary
Reference Frame'])
set_param([sys,','Induction Machine Simulation',13,' in Stationary Reference
Frame'],...
        'position',[135,350,140,355])

add_block('built-in/Mux',[sys,','Mux'])
set_param([sys,','Mux'],...
        'inputs',5,...
        'position',[505,31,530,99])

add_block('built-in/Clock',[sys,','Clock'])
set_param([sys,','Clock'],...
        'orientation',3,...
        'position',[131,50,159,75])

```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

```
add_block('built-in/To Workspace',[sys, '/', 'To Workspace'])
set_param([sys, '/', 'To Workspace'],...
    'mat-name','y',...
    'buffer','80000',...
    'position',[585,76,630,94])
```

```
add_block('built-in/Note',[sys, '/', 'i0s'])
set_param([sys, '/', 'i0s'],...
    'position',[550,330,555,335])
```

```
% Subsystem 'Zero_seq'.
```

```
new_system([sys, '/', 'Zero_seq'])
set_param([sys, '/', 'Zero_seq'],'Location',[160,675,612,861])
```

```
add_block('built-in/Gain',[sys, '/', 'Zero_seq/rs'])
set_param([sys, '/', 'Zero_seq/rs'],...
    'orientation',2,...
    'Gain','rs',...
    'position',[200,122,245,158])
```

```
add_block('built-in/Sum',[sys, '/', 'Zero_seq/Sum'])
set_param([sys, '/', 'Zero_seq/Sum'],...
    'inputs','+-',...
    'position',[140,59,155,101])
```

```
add_block('built-in/Gain',[sys, '/', 'Zero_seq/wb/xls'])
set_param([sys, '/', 'Zero_seq/wb/xls'],...
    'Gain','wb/xls',...
    'position',[180,62,240,98])
```

```
add_block('built-in/Integrator',[sys, '/', 'Zero_seq/Integrator'])
set_param([sys, '/', 'Zero_seq/Integrator'],...
    'position',[265,65,295,95])
```

```
add_block('built-in/Outport',[sys, '/', 'Zero_seq/out_i0s'])
set_param([sys, '/', 'Zero_seq/out_i0s'],...
    'position',[365,70,385,90])
```

```
add_block('built-in/Inport',[sys, '/', 'Zero_seq/in_v0s'])
set_param([sys, '/', 'Zero_seq/in_v0s'],...
    'position',[55,60,75,80])
```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

```
add_line([sys, '/', 'Zero_seq'], [195, 140; 115, 140; 115, 90; 135, 90])
add_line([sys, '/', 'Zero_seq'], [300, 80; 310, 80; 310, 140; 250, 140])
add_line([sys, '/', 'Zero_seq'], [160, 80; 175, 80])
add_line([sys, '/', 'Zero_seq'], [245, 80; 260, 80])
add_line([sys, '/', 'Zero_seq'], [80, 70; 135, 70])
add_line([sys, '/', 'Zero_seq'], [300, 80; 360, 80])
```

```
% Finished 'Zero_seq'.
```

```
set_param([sys, '/', 'Zero_seq'], ...
          'position', [495, 325, 530, 375])
```

```
add_block('built-in/Note', [sys, '/', 'vqs'])
set_param([sys, '/', 'vqs'], ...
          'position', [320, 175, 325, 180])
```

```
add_block('built-in/Note', [sys, '/', 'Tem'])
set_param([sys, '/', 'Tem'], ...
          'position', [499, 177, 504, 182])
```

```
add_block('built-in/Product', [sys, '/', 'Product1'])
set_param([sys, '/', 'Product1'], ...
          'orientation', 2, ...
          'position', [410, 223, 430, 247])
```

```
add_block('built-in/Product', [sys, '/', 'Product'])
set_param([sys, '/', 'Product'], ...
          'orientation', 2, ...
          'position', [410, 174, 430, 196])
```

```
% Subsystem 'Rotor'.
```

```
new_system([sys, '/', 'Rotor'])
set_param([sys, '/', 'Rotor'], 'Location', [149, 82, 784, 328])
```

```
add_block('built-in/Outport', [sys, '/', 'Rotor/out_Tem'])
set_param([sys, '/', 'Rotor/out_Tem'], ...
          'position', [540, 60, 560, 80])
```

```
add_block('built-in/Sum', [sys, '/', 'Rotor/Taccl'])
set_param([sys, '/', 'Rotor/Taccl'], ...
          'inputs', '++-', ...
```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

```
'position',[355,95,370,175])
```

```
add_block('built-in/Gain',[sys,/, 'Rotor/1//2H'])
set_param([sys,/, 'Rotor/1//2H'],...
    'Gain','1/(2*H)',...
    'position',[395,109,460,161])
```

```
add_block('built-in/Integrator',[sys,/, 'Rotor/1//s'])
set_param([sys,/, 'Rotor/1//s'],...
    'Initial','wrbywbo',...
    'position',[480,120,510,150])
```

```
add_block('built-in/Outport',[sys,/, 'Rotor/out_wr//wb'])
set_param([sys,/, 'Rotor/out_wr//wb'],...
    'Port','2',...
    'position',[550,123,570,147])
```

```
add_block('built-in/Gain',[sys,/, ['Rotor/Damping',13,'coefficient']])
set_param([sys,/, ['Rotor/Damping',13,'coefficient']],...
    'orientation',2,...
    'Gain','Domega',...
    'position',[440,177,510,213])
```

```
add_block('built-in/Note',[sys,/, 'Rotor/Tdamp'])
set_param([sys,/, 'Rotor/Tdamp'],...
    'position',[405,175,410,180])
```

```
add_block('built-in/Fcn',[sys,/, 'Rotor/Tem_'])
set_param([sys,/, 'Rotor/Tem_'],...
    'Expr','Tfactor*(u[1]*u[2]-u[3]*u[4])',...
    'position',[150,96,310,124])
```

```
add_block('built-in/Mux',[sys,/, 'Rotor/Mux'])
set_param([sys,/, 'Rotor/Mux'],...
    'position',[105,26,130,194])
```

```
add_block('built-in/Inport',[sys,/, 'Rotor/in_psid'])
set_param([sys,/, 'Rotor/in_psid'],...
    'position',[55,40,75,60])
```

```
add_block('built-in/Inport',[sys,/, 'Rotor/in_iqs'])
set_param([sys,/, 'Rotor/in_iqs'],...
    'Port','2',...
    'position',[55,80,75,100])
```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

```

add_block('built-in/Inport',[sys,/, 'Rotor/in_psiqs'])
set_param([sys,/, 'Rotor/in_psiqs'],...
    'Port','3',...
    'position',[55,120,75,140])

add_block('built-in/Inport',[sys,/, 'Rotor/in_ids'])
set_param([sys,/, 'Rotor/in_ids'],...
    'Port','4',...
    'position',[55,160,75,180])

add_block('built-in/Inport',[sys,/, 'Rotor/in_Tmech'])
set_param([sys,/, 'Rotor/in_Tmech'],...
    'Port','5',...
    'position',[55,200,75,220])
add_line([sys,/, 'Rotor'],[515,135;545,135])
add_line([sys,/, 'Rotor'],[80,210;310,210;310,135;350,135])
add_line([sys,/, 'Rotor'],[375,135;390,135])
add_line([sys,/, 'Rotor'],[465,135;475,135])
add_line([sys,/, 'Rotor'],[315,110;350,110])
add_line([sys,/, 'Rotor'],[315,110;325,110;325,70;535,70])
add_line([sys,/, 'Rotor'],[515,135;530,135;530,195;515,195])
add_line([sys,/, 'Rotor'],[435,195;330,195;330,160;350,160])
add_line([sys,/, 'Rotor'],[135,110;145,110])
add_line([sys,/, 'Rotor'],[80,50;100,50])
add_line([sys,/, 'Rotor'],[80,90;100,90])
add_line([sys,/, 'Rotor'],[80,130;100,130])
add_line([sys,/, 'Rotor'],[80,170;100,170])

% Finished composite block 'Rotor'.

set_param([sys,/, 'Rotor'],...
    'orientation',2,...
    'position',[520,174,560,246])

add_block('built-in/Fcn',[sys,/, 'Fcn2'])
set_param([sys,/, 'Fcn2'],...
    'Expr','Vm*cos(u[1]+2*pi/3)',...
    'position',[70,252,205,278])

add_block('built-in/Fcn',[sys,/, 'Fcn1'])
set_param([sys,/, 'Fcn1'],...
    'Expr','Vm*cos(u[1]-2*pi/3)',...
    'position',[70,202,205,228])

add_block('built-in/Fcn',[sys,/, 'Fcn'])

```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

```

set_param([sys,'/','Fcn'],...
          'Expr','Vm*cos(u[1])',...
          'position',[70,153,205,177])

add_block('built-in/Note',[sys,'/','wr//wb'])
set_param([sys,'/','wr//wb'],...
          'position',[490,205,495,210])

add_block('built-in/Note',[sys,'/','vag'])
set_param([sys,'/','vag'],...
          'position',[217,145,222,150])

add_block('built-in/Note',[sys,'/','vcg'])
set_param([sys,'/','vcg'],...
          'position',[222,245,227,250])

add_block('built-in/Note',[sys,'/','vbg'])
set_param([sys,'/','vbg'],...
          'position',[217,195,222,200])

% Subsystem 'abc2qds'.

new_system([sys,'/','abc2qds'])
set_param([sys,'/','abc2qds'],'Location',[108,72,707,390])

add_block('built-in/Gain',[sys,'/','abc2qds/1//Csg'])
set_param([sys,'/','abc2qds/1//Csg'],...
          'Gain','50*Zb*wb',...
          'position',[185,215,280,255])

add_block('built-in/Integrator',[sys,'/','abc2qds/Integrator'])
set_param([sys,'/','abc2qds/Integrator'],...
          'position',[300,220,330,250])

add_block('built-in/Inport',[sys,'/','abc2qds/ias+ibs+ics'])
set_param([sys,'/','abc2qds/ias+ibs+ics'],...
          'Port','4',...
          'position',[80,225,100,245])

add_block('built-in/Mux',[sys,'/','abc2qds/Mux'])
set_param([sys,'/','abc2qds/Mux'],...
          'inputs','3',...
          'position',[145,80,170,210])

```


برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

```
add_block('built-in/Inport',[sys,','abc2qds/in_vag'])
set_param([sys,','abc2qds/in_vag'],...
    'position',[80,90,100,110])
```

```
add_block('built-in/Inport',[sys,','abc2qds/in_vbg'])
set_param([sys,','abc2qds/in_vbg'],...
    'Port','2',...
    'position',[80,135,100,155])
```

```
add_block('built-in/Inport',[sys,','abc2qds/in_vcg'])
set_param([sys,','abc2qds/in_vcg'],...
    'Port','3',...
    'position',[80,180,100,200])
```

```
add_block('built-in/Fcn',[sys,','abc2qds/Fcn1'])
set_param([sys,','abc2qds/Fcn1'],...
    'Expr','(u[3]-u[2])/sqrt(3)',...
    'position',[225,132,375,158])
```

```
add_block('built-in/Fcn',[sys,','abc2qds/Fcn'])
set_param([sys,','abc2qds/Fcn'],...
    'Expr','(2/3)*(u[1] - (u[2]+u[3])/2)',...
    'position',[225,81,380,109])
```

```
add_block('built-in/Note',[sys,','abc2qds/vsg'])
set_param([sys,','abc2qds/vsg'],...
    'position',[360,215,365,220])
```

```
add_block('built-in/Fcn',[sys,','abc2qds/Fcn2'])
set_param([sys,','abc2qds/Fcn2'],...
    'Expr','(u[1]+u[2]+u[3])/3',...
    'position',[225,177,375,203])
```

```
add_block('built-in/Outport',[sys,','abc2qds/out_v0s'])
set_param([sys,','abc2qds/out_v0s'],...
    'Port','3',...
    'position',[465,195,485,215])
```

```
add_block('built-in/Sum',[sys,','abc2qds/Sum'])
set_param([sys,','abc2qds/Sum'],...
    'inputs','+-',...
    'position',[420,178,435,227])
```

```
add_block('built-in/Outport',[sys,','abc2qds/out_vqs'])
```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

```

set_param([sys,'/','abc2qds/out_vqs'],...
           'position',[465,85,485,105])

add_block('built-in/Outport',[sys,'/','abc2qds/out_vds'])
set_param([sys,'/','abc2qds/out_vds'],...
           'Port','2',...
           'position',[465,135,485,155])
add_line([sys,'/','abc2qds'],[105,100;140,100])
add_line([sys,'/','abc2qds'],[105,145;140,145])
add_line([sys,'/','abc2qds'],[105,190;140,190])
add_line([sys,'/','abc2qds'],[175,145;220,145])
add_line([sys,'/','abc2qds'],[385,95;460,95])
add_line([sys,'/','abc2qds'],[175,145;190,145;190,95;220,95])
add_line([sys,'/','abc2qds'],[380,145;460,145])
add_line([sys,'/','abc2qds'],[175,145;190,145;190,190;220,190])
add_line([sys,'/','abc2qds'],[440,205;460,205])
add_line([sys,'/','abc2qds'],[380,190;415,190])
add_line([sys,'/','abc2qds'],[285,235;295,235])
add_line([sys,'/','abc2qds'],[105,235;180,235])
add_line([sys,'/','abc2qds'],[335,235;385,235;385,215;415,215])

% Finished 'abc2qds'.

set_param([sys,'/','abc2qds'],...
           'position',[265,182,310,268])

add_block('built-in/Note',[sys,'/','v0s'])
set_param([sys,'/','v0s'],...
           'position',[320,235,325,240])

% Subsystem 'qds2abc'.

new_system([sys,'/','qds2abc'])
set_param([sys,'/','qds2abc'],'Location',[228,79,747,289])

add_block('built-in/Inport',[sys,'/','qds2abc/in_ids'])
set_param([sys,'/','qds2abc/in_ids'],...
           'Port','2',...
           'position',[45,95,65,115])

add_block('built-in/Mux',[sys,'/','qds2abc/Mux'])
set_param([sys,'/','qds2abc/Mux'],...
           'inputs','3',...

```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

```
'position',[110,34,135,176])
```

```
add_block('built-in/Fcn',[sys,/, 'qds2abc/Fcn1'])
set_param([sys,/, 'qds2abc/Fcn1'],...
    'Expr','-(u[1]+sqrt(3)*u[2])/2 +u[3]',...
    'position',[185,92,370,118])
```

```
add_block('built-in/Outport',[sys,/, 'qds2abc/out_ibs'])
set_param([sys,/, 'qds2abc/out_ibs'],...
    'Port','2',...
    'position',[440,95,460,115])
```

```
add_block('built-in/Outport',[sys,/, 'qds2abc/out_ias'])
set_param([sys,/, 'qds2abc/out_ias'],...
    'position',[440,40,460,60])
```

```
add_block('built-in/Fcn',[sys,/, 'qds2abc/Fcn2'])
set_param([sys,/, 'qds2abc/Fcn2'],...
    'Expr','-(u[1]-sqrt(3)*u[2])/2 + u[3]',...
    'position',[185,147,375,173])
```

```
add_block('built-in/Fcn',[sys,/, 'qds2abc/Fcn'])
set_param([sys,/, 'qds2abc/Fcn'],...
    'Expr','u[1] + u[3]',...
    'position',[185,36,375,64])
```

```
add_block('built-in/Outport',[sys,/, 'qds2abc/out_ics'])
set_param([sys,/, 'qds2abc/out_ics'],...
    'Port','3',...
    'position',[440,150,460,170])
```

```
add_block('built-in/Inport',[sys,/, 'qds2abc/in_iqs'])
set_param([sys,/, 'qds2abc/in_iqs'],...
    'position',[45,50,65,70])
```

```
add_block('built-in/Inport',[sys,/, 'qds2abc/in_i0s'])
set_param([sys,/, 'qds2abc/in_i0s'],...
    'Port','3',...
    'position',[45,140,65,160])
```

```
add_line([sys,/, 'qds2abc'],[70,105;105,105])
add_line([sys,/, 'qds2abc'],[70,60;105,60])
add_line([sys,/, 'qds2abc'],[70,150;105,150])
add_line([sys,/, 'qds2abc'],[140,105;180,105])
add_line([sys,/, 'qds2abc'],[375,105;435,105])
add_line([sys,/, 'qds2abc'],[380,50;435,50])
add_line([sys,/, 'qds2abc'],[140,105;155,105;155,50;180,50])
```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

```
add_line([sys, '/', 'qds2abc'], [140, 105; 155, 105; 155, 160; 180, 160])
add_line([sys, '/', 'qds2abc'], [380, 160; 435, 160])
```

```
% Finished composite block 'qds2abc'.
```

```
set_param([sys, '/', 'qds2abc'], ...
           'position', [680, 185, 715, 265])
```

```
add_block('built-in/Sum', [sys, '/', 'Sum'])
set_param([sys, '/', 'Sum'], ...
           'inputs', '+++', ...
           'position', [760, 185, 780, 265])
```

```
add_block('built-in/Note', [sys, '/', 'psiqs'])
set_param([sys, '/', 'psiqs'], ...
           'position', [425, 90, 430, 95])
```

```
add_block('built-in/Note', [sys, '/', 'iqs'])
set_param([sys, '/', 'iqs'], ...
           'position', [420, 105, 425, 110])
```

```
add_block('built-in/Note', [sys, '/', 'psiqr'])
set_param([sys, '/', 'psiqr'], ...
           'position', [425, 135, 430, 140])
```

```
add_block('built-in/Note', [sys, '/', 'ibs'])
set_param([sys, '/', 'ibs'], ...
           'position', [725, 205, 730, 210])
```

```
add_block('built-in/Note', [sys, '/', 'ics'])
set_param([sys, '/', 'ics'], ...
           'position', [725, 230, 730, 235])
```

```
add_block('built-in/Note', [sys, '/', 'vds'])
set_param([sys, '/', 'vds'], ...
           'position', [325, 205, 330, 210])
```

```
add_block('built-in/Note', [sys, '/', 'psids'])
set_param([sys, '/', 'psids'], ...
           'position', [430, 265, 435, 270])
```

```
add_block('built-in/Note', [sys, '/', 'ids'])
set_param([sys, '/', 'ids'], ...
```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

```

'position',[425,285,430,290])

add_block('built-in/Note',[sys,/, 'psidr'])
set_param([sys,/, 'psidr'],...
    'position',[434,310,439,315])

add_block('built-in/Note',[sys,/, 'ias'])
set_param([sys,/, 'ias'],...
    'position',[730,180,735,185])

add_block('built-in/Gain',[sys,/, 'omega*t'])
set_param([sys,/, 'omega*t'],...
    'orientation',1,...
    'Gain','120*pi',...
    'position',[16,100,74,135])

% Subsystem 'Tmech'.

new_system([sys,/, 'Tmech'])
set_param([sys,/, 'Tmech'],'Location',[5,40,315,196])

add_block('built-in/Outport',[sys,/, 'Tmech/out_1'])
set_param([sys,/, 'Tmech/out_1'],...
    'position',[285,60,305,80])

add_block('built-in/Look Up Table',[sys,/, 'Tmech/Look-Up Table'])
set_param([sys,/, 'Tmech/Look-Up Table'],...
    'Input_Values','t',...
    'Output_Values','y',...
    'position',[210,58,250,82])

add_block('built-in/Fcn',[sys,/, 'Tmech/Fcn1'])
set_param([sys,/, 'Tmech/Fcn1'],...
    'Expr','rem(u[1],period)',...
    'position',[110,60,150,80])

add_block('built-in/Clock',[sys,/, 'Tmech/Clock'])
set_param([sys,/, 'Tmech/Clock'],...
    'position',[45,60,65,80])
add_line([sys,/, 'Tmech'],[255,70;280,70])
add_line([sys,/, 'Tmech'],[70,70;105,70])
add_line([sys,/, 'Tmech'],[155,70;205,70])
set_param([sys,/, 'Tmech'],...
    'Mask Display','plot([t,t+period,t+2*period],[y,y.y])',...

```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

```

'Mask Type','Repeating table',...
'Mask Dialogue','Repeating table.\nEnter values of time and output for
first cycle.|Time values:|Output values:')
set_param([sys, '/', 'Tmech'],...
'Mask Translate','period = max(@1); t = @1; y = @2;',...
'Mask Help','Repeats cycle given in table. Time values should be
monotonically increasing.',...
'Mask Entries','tmech_time\vtmech_value\')

% Finished block 'Tmech'.

set_param([sys, '/', 'Tmech'],...
'position',[470,251,515,269])

% Subsystem 'm1'.

new_system([sys, '/', 'm1'])
set_param([sys, '/', 'm1'],'Location',[660,4849873,820,4850028])

add_block('built-in/Note',[sys, '/', ['m1/Masked block of m1.m to initialize
s1.m',13,'and plot results']])
set_param([sys, '/', ['m1/Masked block of m1.m to initialize s1.m',13,'and plot
results']],...
'position',[95,55,100,60])
set_param([sys, '/', 'm1'],...
'Mask Display','Initialize\nand plot',...
'Mask Type','Masked block of m1.m',...
'Mask Dialogue','eval("m1")',...
'Mask Help','Uses m1.m to initialize and plot')

% Finished composite block 'm1'.

set_param([sys, '/', 'm1'],...
'Drop Shadow',4,...
'position',[687,47,755,92])
add_line(sys,[420,300;650,300;650,225;675,225])
add_line(sys,[650,243;650,225;565,225])
add_line(sys,[405,235;350,235;350,145;370,145])
add_line(sys,[415,110;630,110;630,210;565,210])
add_line(sys,[315,225;340,225;340,295;375,295])
add_line(sys,[315,195;340,195;340,120;370,120])
add_line(sys,[415,125;650,125;650,200;675,200])

```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

```

add_line(sys,[650,190;650,195;565,195])
add_line(sys,[405,185;360,185;360,320;375,320])
add_line(sys,[420,285;605,285;605,180;565,180])
add_line(sys,[515,230;470,230;470,190;435,190])
add_line(sys,[515,230;435,230])
add_line(sys,[535,65;550,65;550,85;580,85])
add_line(sys,[535,65;550,65;550,45;585,45])
add_line(sys,[515,195;480,195;480,95;500,95])
add_line(sys,[515,230;470,230;470,80;500,80])
add_line(sys,[145,45;145,35;45,35;45,95])
add_line(sys,[45,140;45,165;65,165])
add_line(sys,[45,140;45,215;65,215])
add_line(sys,[45,140;45,265;65,265])
add_line(sys,[210,215;260,215])
add_line(sys,[210,165;245,165;245,195;260,195])
add_line(sys,[210,265;240,265;240,235;260,235])
add_line(sys,[145,45;145,35;500,35])
add_line(sys,[210,165;245,165;245,50;500,50])
add_line(sys,[415,155;455,155;455,180;435,180])
add_line(sys,[420,330;460,330;460,240;435,240])
add_line(sys,[315,255;315,350;490,350])
add_line(sys,[720,200;755,200])
add_line(sys,[720,225;755,225])
add_line(sys,[720,250;755,250])
add_line(sys,[535,350;665,350;675,250])
add_line(sys,[720,200;720,145;460,145;460,65;500,65])
add_line(sys,[785,225;795,225;795,390;250,390;260,255])
add_line(sys,[520,260;585,260;585,240;565,240])

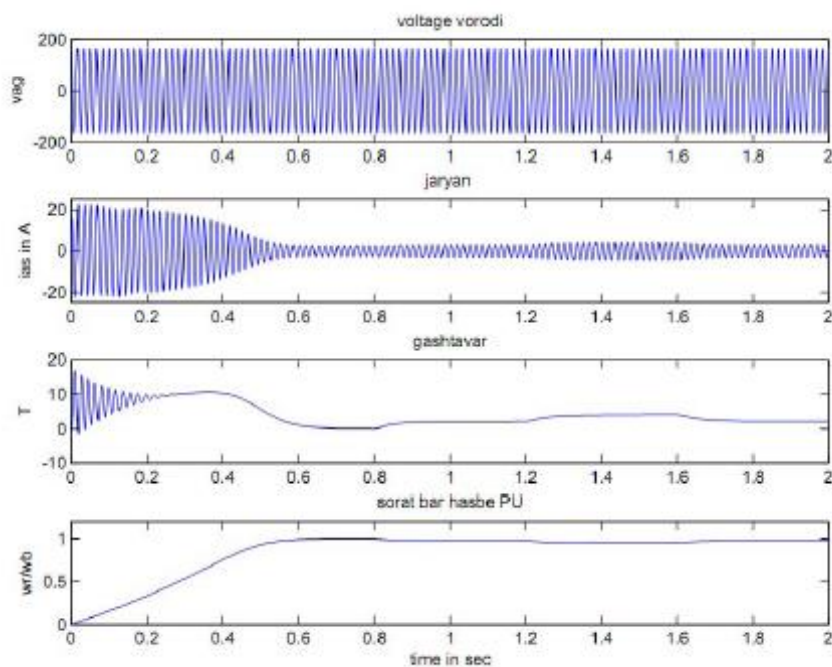
drawnow

% Return any arguments.
if (nargin | nargout)
    % Must use feval here to access system in memory
    if (nargin > 3)
        if (flag == 0)
            eval(['[ret,x0,str,ts,xts]=' ,sys,'(t,x,u,flag);'])
        else
            eval(['ret =' , sys,'(t,x,u,flag);'])
        end
    else
        [ret,x0,str,ts,xts] = feval(sys);
    end
else
    drawnow % Flash up the model and execute load callback
end

```

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

نتایج حاصل از شبیه سازی در m-file



WikiPower.ir

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازمه

نتیجه گیری و پیشنهادات:

در این پروژه نتایج زیر حاصل شده است

- موتور پسماندی در ولتاژ نامی مشکل سنکرون شدن ندارد و موتور به ازای ولتاژ تغذیه ۰,۵ پریونیت هم به خوبی سنکرون می شود.

- سیستم کنترل بهینه به عناصر ماتریس های وزنی بسیار حساس است. برای تعیین این ماتریس ها از الگوریتم حساسیت مقادیر ویژه استفاده می شود.

- نتیجه شبیه سازی موتور هیستریزس آهنربای دائم با هیستریزس معمولی نشان داد که موتور هیستریزس معمولی دارای پاسخ نرم تر و سریع تر است و نوسانات مکانیکی در آن کمتر است. وجود آهنربا در موتور هیستریزس آهنربای دائم سبب افزایش گشتاور پالسی می شود و کاهش گشتاور ناشی از آهنربا در راه اندازی با گشتاور ناشی از جریان فوکو جبران می شود.

- استفاده از سیستم کنترل سرعت سبب افزایش دینامیک سیستم و بهبود پاسخ سیستم است.

وروش های پیشنهادی که در این پروژه برای کم کردن نوسانات ارائه میشود:

- فیدبک سرعت

- فیدبک حالت (جابجایی مقادیر ویژه)

- استفاده از کنترل بهینه

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت **ویکی پاور** مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

منابع

[1] محمد رضا فیضی. کامران خفافی «ماشین های الکتریکی مخصوص» انتشارات

دانشگاه تبریز

[2] محمد ابراهیمی «کنترل ماشین های الکتریکی» انتشارات دانشگاه اصفهان

[3] T.Kataoka, T. Ishikawa, and T.Takahashi, "Analysis of a hysteresis motor with over excitation", IEEE Trans. Magnet., vol. MAG-18, no. 6, 1982, pp. 1731, Nov.

[4] B.R Teare, "Theory of hysteresis motor torque", AIEE Trans., vol. 59, 194, pp. 907-912.

[5] K.Kurihara, M.A. Rahman, "Transient Performance Analysis for Permanent- Magnet Hysteresis Synchronous Motor", IEEE Trans. On Indus. App., Vol. 40, NO. 1, 2004, pp. 135-142, Jan. /Feb.

[6] R.Qin, M.A, Rahman, "DSP Based Torque and Speed Controls of the Permanent Magnet Hysteresis Synchronous Motor", IEEE conference, 1997.

[7] J. Qian, M.A.Rahman, "Analysis of Field Oriented Control for Permanent Magnet Hysteresis Synchronous Motors", IEEE Trans. On Industry Applications, Vol. 29, No. 6, 1993, pp. 1156-1163, November/ December.

برای دریافت فایل Word پروژه به سایت ویکی پاور مراجعه کنید. فاقد آرم سایت و به همراه فونت های لازم

- [8] Osheiba, A.M., Qian, J., Rahman, M.A. "Performance of Hysteresis Permanent magnet Motors", Electric Machines and Power Systems, Vol. 16No, 4, 1989, pp. 265-280.
- [9] H.Lesani, A. Darabi, Z.Nasiri Gheidari, "Dynamic Performance Prediction of Polyphase Hysteresis Motors With Considering Eddy Current Effect", 3rd International Conference (TPE-2006), Gazi University, Ankara, TURKEY, 2006, pp. 138-142, May 29-31.
- [10] M.A Rahman, "Analytical models for polyphase hysteresis motor", IEEE Trans. Power App. Syst., vol. PAS-92, No. 1, 1973, pp. 237-242, Jan./Feb.
- [11] H.Lesani, A.Darabi, Z.Nasiri Gheidari, "Starting & Synchronizing Of Conventional Hysteresis Motors Vith Comparison of Permanent Magnet Hysteresis Motors", 3rd International Conference on "Technical and Physical Problems in Power Engineering" (TPE-2006), Gazi University, Ankara, TURKEY, 2006, pp. 222-226, May 29-31.
- [12] Chee- Mun Ong, " Dynamic Simulation of Electric Machinery Using Matlab/Simulink", Prentice Hall, ISBN 0-13-723785-5.