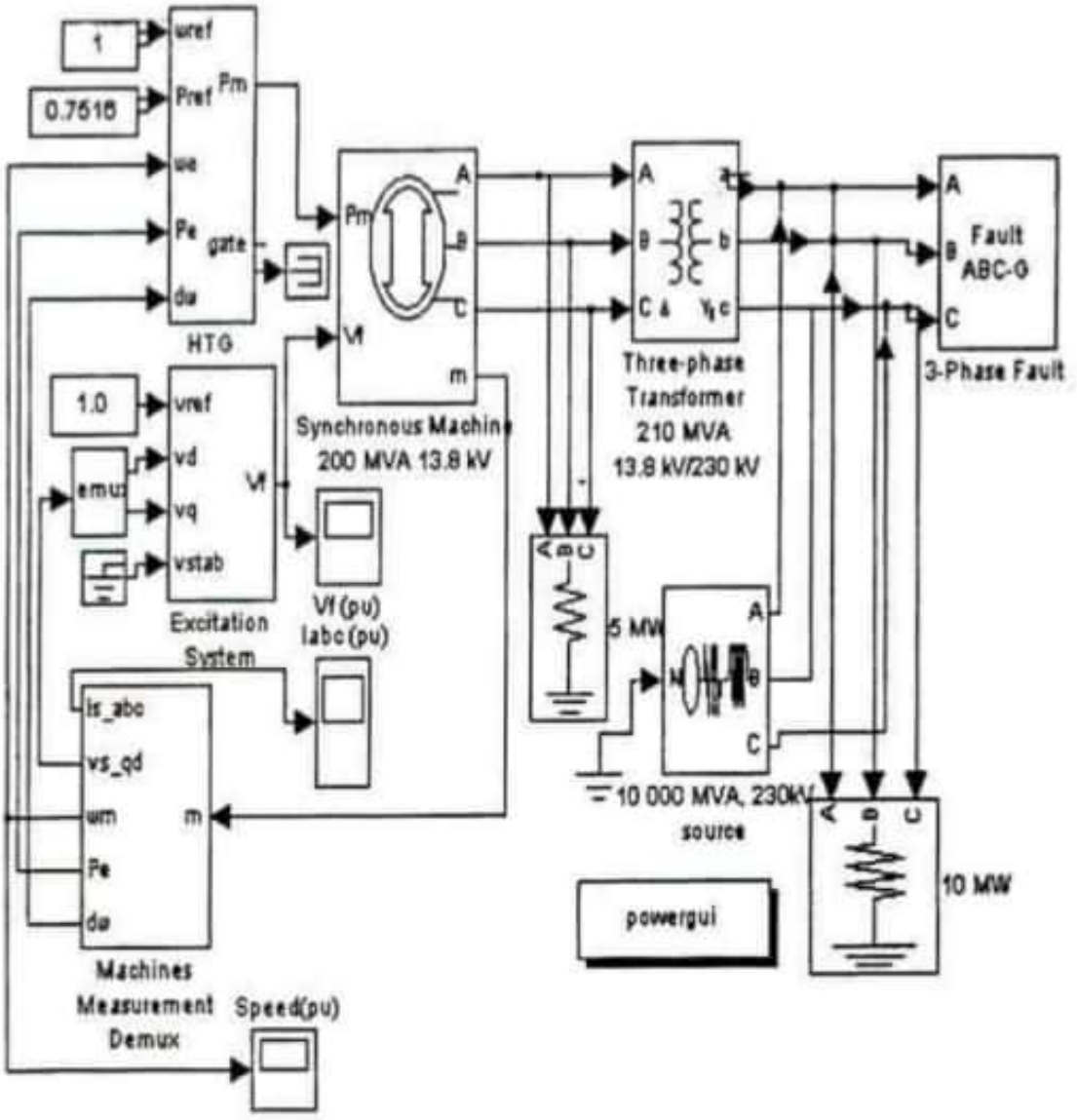
مثال ۲- در این مثال یک مدل کامل ماشین سنکرون همراه با یک توربین و گاورنر آبی و یک سیستم کنترل خودکار ولتاژ شبیه‌سازی می‌شود. در این سیستم به مدت صد میلی ثانیه خطای سه فاز ایجاد و سپس برطرف می‌شود. در این مثال ژنراتور سنکرون سه فاز به قدرت نامی 200MVA و ولتاژ نامی 13.6KV با ۳۲ زوج قطب در نظر گرفته شده است (برای توربین‌های آبی عموماً تعداد زوج قطب‌های ژنراتور زیاد است).



شکل ۱۴-۲۷ بلوک دیاگرام مثال ۲

شکل ۱۴-۲۷ بلوک دیاگرام سیستم فوق را با استفاده از جعبه ابزار سیستم قدرت در

Scanned with CamScanner

محیط سیمولینک نشان می‌دهد.

قبل از انجام شبیه‌سازی سیستم، بلوک‌های مختلف توضیح داده می‌شوند. در این مدل از مدل کامل ماشین سنکرون استفاده شده است. برای مدل کامل ماشین سنکرون عوامل بیشتری باید تعریف شوند. در این قسمت عوامل مختلف این مدل همراه با مقادیر نمونهٔ آنها در این مثال توضیح داده می‌شود.

[Nominal Power, Voltage, Frequency] = [200E6 13800 60]

[Reactances, x_d, x'_d, x''_d, x_q, x''_q, x_l]=[1.305, 0.296, 0.252, 0.474, 0.243, 0.18]

[Time Constants, T'_d , T''_d , T''_{qo}] = [1.01, 0.053, 0.1]

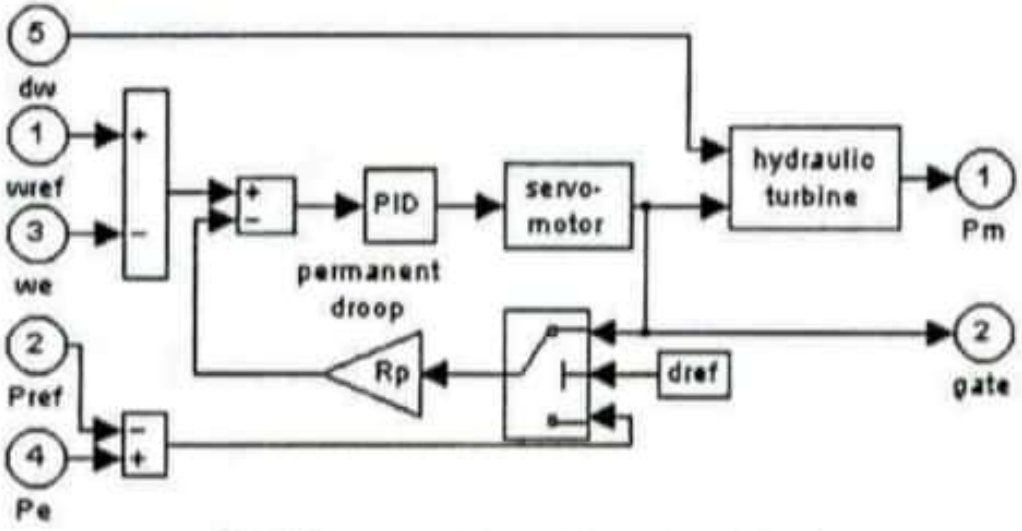
[Stator Resistance] = [2.8544e - 3]

[Inertia, Damping Factor, Pairs of Poles] = [3.2 0 32]

[Initial Conditions] = [0 0 0 0 0 0 0 0 0]

این عوامل در فصل دوم این کتاب معرفی شده‌اند.

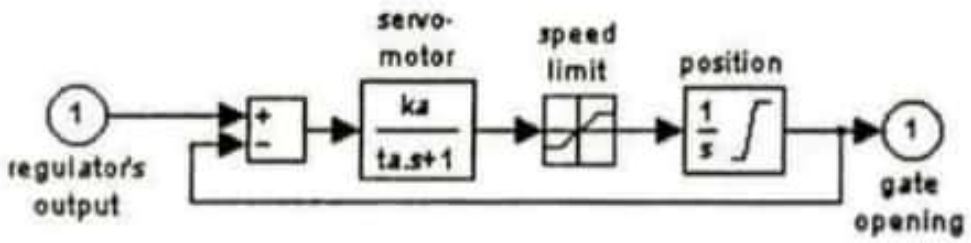
شکل ۱۴-۲۸ زیربلوک مربوط به توربین و گاورنر آبی را نشان می‌دهد.



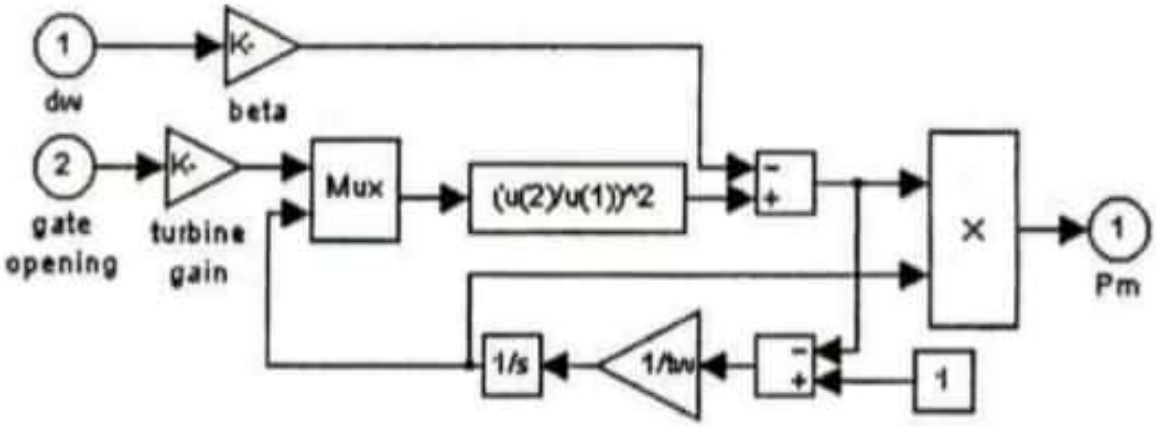
شکل ۱۴-۲۸ زیربلوک مربوط به توربین و گاورنر آبی

در این شکل مشخص است که در این نوع گاورنر کنترل کنندهٔ اصلی PID است. شکل ۱۴-۲۹ زیربلوک مربوط به سروموتور و شکل ۱۴-۳۰ زیربلوک مربوط به گاورنر را نشان می‌دهند. این مدل در فصل چهارم این کتاب بررسی شده‌اند.

Scanned with CamScanner



شکل ۱۴-۲۹ زیربلوک مربوط به سروموتور



شکل ۱۴-۳۰ زیربلوک مربوط به توربین آبی

برای بلوک دیاگرام مربوط به توربین و گاورنر آبی نیز باید عواملی تعریف گردند. به این عوامل همراه با مقادیر آنها در این مثال اشاره می‌شود:

[Seromotor Gain and Time Constant] = [10/3 0.07]

[Gate Operating Limits, Gmin, Gmax, Vgmin, Vgmax] =

[0.01 0.97518 -0.1 0.1]

[Permanent Droop, Regulator Parameters, Rp, Kp, Ki, Kd, Td] =

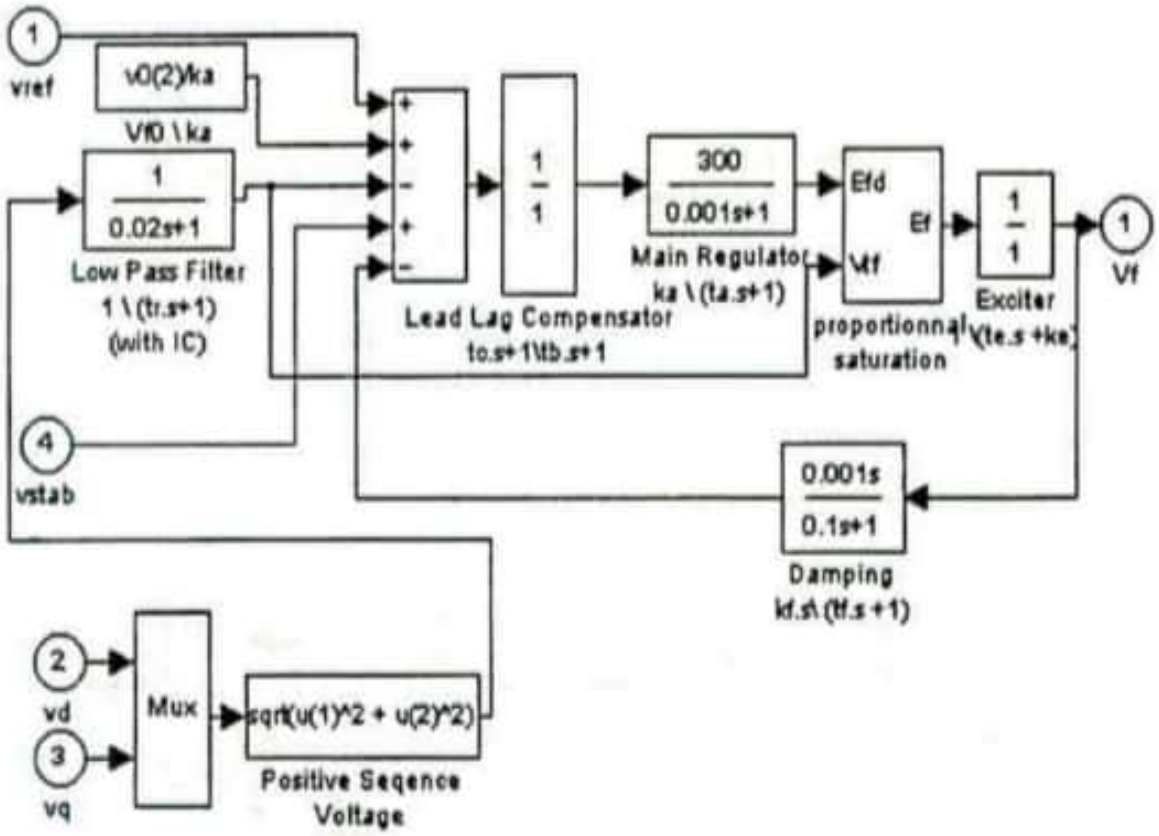
[0.05 1.163 0.105 0 0.01]

[Hydraulic Turbine, Friction, Water Starting Time] = [0 2.67]

[Mechanical Power] = [0.7516]

حال حلقهٔ کنترل ولتاژ بررسی می‌شود (شکل ۱۴-۳۱).

Scanned with CamScanner



شکل ۱۴-۳۱ بلوک دیاگرام در نظر گرفته شده برای حلقهٔ کنترل خودکار ولتاژ AVR

در این شکل ابتدا ولتاژ محاسبه شده از روی مقادیر ولتاژ روی محورهای q و d با مقدار دلخواه مقایسه و خطا پس از عبور از جبران کننده (که در این مثال از دینامیک آن صرف نظر شده است) به تنظیم کنندهٔ ولتاژ وارد و سپس به اکسایتر اعمال می‌شود. در این بلوک حلقه کنترل محلی برای بهبود پایداری نیز در نظر گرفته شده است (در این باره در فصل سوم مفصل بحث شده است).

برای بلوک دیاگرام مربوط به سیستم کنترل ولتاژ نیز عواملی باید تعریف شوند. در این قسمت به این عوامل همراه با مقادیر آنها در این مثال اشاره می‌شود.

[Low Pass Filter Time Constant] = [20e - 3]

[Regulator Gain and Time Constant] = [300, 0.001]

[Exciter Gain and Time Constant] = [1,0]

Scanned with CamScanner

[Precompensator Time Constants, Tb , Tc] = [0,0]

[Local Feedback Gain and Time Constant, Kf, Tf] = [0.001, 0.1]

[Field Saturation Parameters] = [0 0]

[Regulator Output Limits] = [-11.5, 11.5]

[Initial Values of Terminal and Field Voltage] = [1.0 1.291]

با توضیح سیستم کنترل ولتاژ سیستم ترانسفورماتور بررسی می‌شود. برای ترانسفورماتور نیز باید عوامل لازم تعریف گردند. آنها همراه با مقادیرشان در این مثال به شرح زیرند:

[Nominal Power and Frequency] = [210e6 60]

[Winding One Parameters, V1, R1, L1] = [13.8e3 0.0027 0.08]

[Magnetization Resistance] = [500]

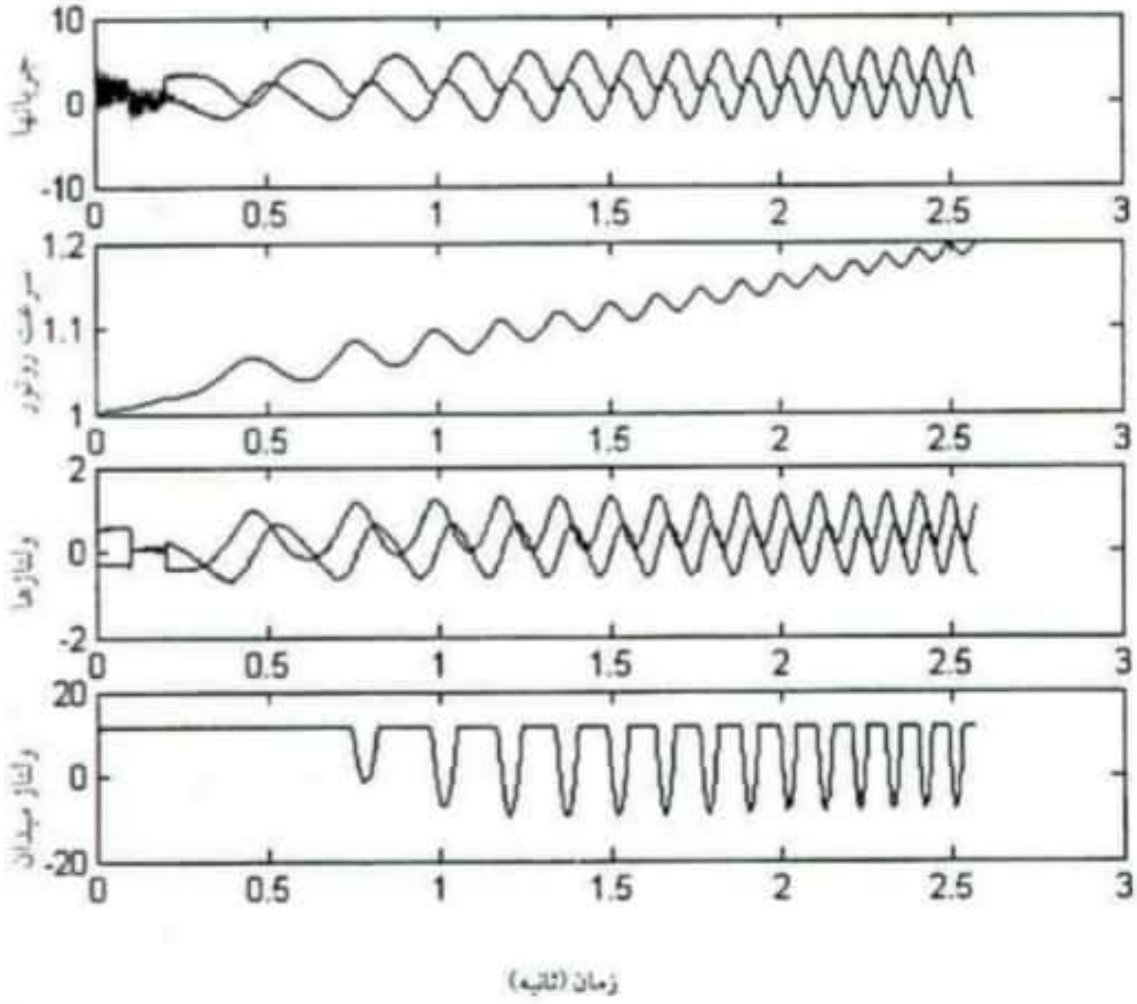
همان طور که در شکل مشخص است، در این مثال یک منبع توان راکتیو به قدرت نامی 10MVA، ولتاژ نامی 230Kv و فرکانس نامی 60Hz نیز به خروجی ترانسفورماتور متصل است. در این مثال مقدار مقاومت و اندوکتانس منبع به ترتیب برابر 230^2/10000/10,230^2/10000/377 تعریف شده‌اند. یک بار نیز با همان مشخصات به شبکه متصل است.

آخرین بلوکی که در این مثال در نظر گرفته شده است، مربوط به اتصال کوتاه است. این بلوک این قابلیت را دارد که هر فاز و یا هر سه فاز را به مدت تعریف شده اتصال کوتاه نماید. در این مثال یک اتصال کوتاه سه فاز تعریف شده است. این اتصال 0.1 ثانیه پس از شروع به شبیه سازی اعمال و در لحظهٔ 0.2 برطرف می‌شود.

شکل ۱۴-۳۲ نتایج شبیه سازی سیستم فوق را در اثر اتصال کوتاه نشان می‌دهد. برای نمایش بهتر آنچه در لحظات خطا اتفاق می‌افتد، شکل ۱۴-۳۳ همان نتایج را برای مدت زمان کمتری نشان می‌دهد. در شکل ۱۴-۳۲ هر دو جریان iq و id و هر دو ولتاژ vq و vd رسم شده‌اند؛ در حالی که در شکل ۱۴-۳۳ برای واضح شدن بیشتر تغییرات فقط یکی از این دو رسم شده‌اند. در این بین تلاشی که سیستم کنترل ولتاژ می‌کند قابل توجه است. به

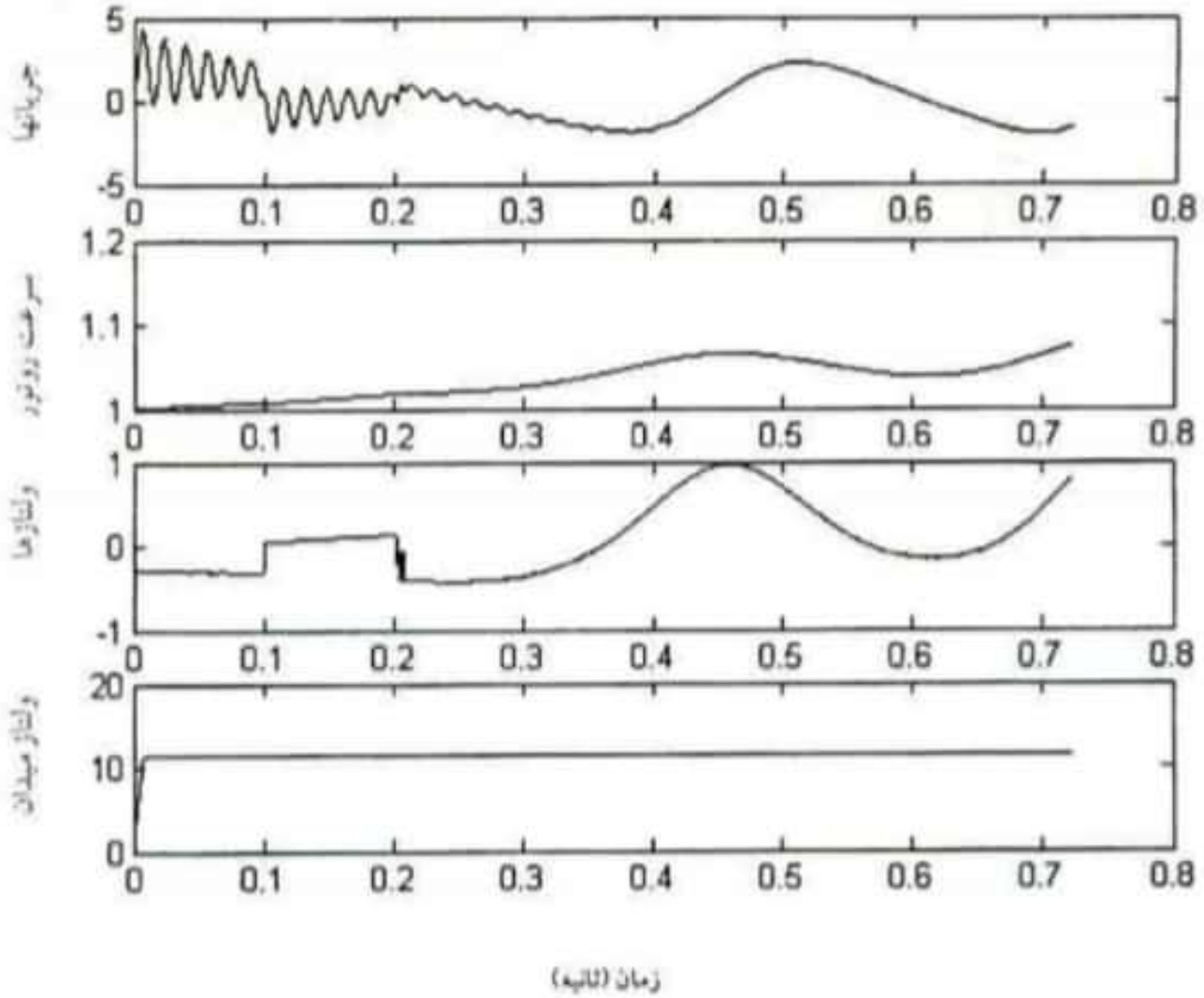
Scanned with CamScanner

دلیل محدودیتی که برای این سیستم تعریف شده است، این ولتاژ به دفعات متعدد به این محدودیت برخورد می‌کند. دامنهٔ نوسانات فرکانس پایین در حال کاهش است؛ سرعت روتور در حال افزایش است.



شکل ۱۴-۳۲ نتایج شبیه سازی خطا در مثال ۲

Scanned with CamScanner



شکل ۱۴-۳۳ نتایج شبیه سازی شکل ۱۴-۳۲ در مدت زمان کمتر

Scanned with CamScanner