

کنترل سرعت موتور DC به دو صورت فازی و PID

- در این مقاله سعی شده است که سرعت موتور DC به دو صورت منطق فازی و pid کنترل شود. برای این منظور ابتدا باید موتور DC مدل گردد و این دو کنترل روی آن اعمال گردد.

موتور DC

- موتور کلاسیک جریان مستقیم دارای آرمی چری از آهنربای الکتریکی است. یک سویچ گردشی به نام کموتاتور جهت جریان الکتریکی را در هر سیکل دو بار برعکس می کند تا در آرمیچر جریان یابد و آهنرباهای الکتریکی، آهنربای دائمی را در بیرون موتور جذب و دفع کنند. سرعت موتور DC به مجموعه ای از ولتاژ و جریان عبوری از سیم پیچ های موتور و بار موتور یا گشتاور ترمزی، بستگی دارد.
- سرعت موتور جریان مستقیم وابسته به ولتاژ و گشتاور آن وابسته به جریان است. معمولاً سرعت توسط ولتاژ متغیر یا عبور جریان و با استفاده از تپها (نوعی کلید تغییر دهنده وضعیت سیم پیچ) در سیم پیچی موتور یا با داشتن یک منبع ولتاژ متغیر، کنترل می شود. بدلیل اینکه این نوع از موتور می تواند در سرعت های پایین گشتاوری زیاد ایجاد کند، معمولاً از آن در کاربردهای کششی نظیر لوکوموتیوها استفاده می کنند.

موتور DC

- اما به هر حال در طراحی کلاسیک محدودیت‌های متعددی وجود دارد که بسیاری از این محدودیت‌ها ناشی از نیاز به جاروبک‌هایی برای اتصال به کموتاتور است. سایش جاروبک‌ها و کموتاتور، ایجاد اصطکاک می‌کند و هر چه که سرعت موتور بالاتر باشد، جاروبک‌ها می‌بایست محکمتر فشار داده شوند تا اتصال خوبی را برقرار کنند. نه تنها این اصطکاک منجر به سر و صدای موتور می‌شود بلکه این امر یک محدودیت بالاتری را روی سرعت ایجاد می‌کند و به این معنی است که جاروبک‌ها نهایتاً از بین رفته نیاز به تعویض پیدا می‌کنند. اتصال ناقص الکتریکی نیز تولید نویز الکتریکی در مدار متصل می‌کند. این مشکلات با جابجا کردن درون موتور با بیرون آن از بین می‌روند، با قرار دادن آهنرباهای دائم در داخل و سیم پیچ‌ها در بیرون به یک طراحی بدون جاروبک می‌رسیم.

مدل دینامیکی موتور DC

$$\frac{d}{dt} \begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{-b}{J} & \frac{k}{J} \\ \frac{-k}{L} & \frac{-R}{L} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ i \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{L} \end{bmatrix} u \quad (1)$$

$$\dot{\theta} = [1 \quad 0] \begin{bmatrix} \dot{\theta} \\ i \end{bmatrix} \quad (2)$$

These equations are in the form of:

$$\ddot{\theta} = A\dot{\theta} + Bu \quad (3)$$

$$y = \dot{\theta} = C\dot{\theta} + Du \quad (4)$$

$$\frac{\theta}{V} = \frac{K}{(Js+b)(Ls+R)+K^2}$$

J is the moment of inertia

b is the damping ratio

k is the electromotive force constant

R is the electric resistance

L is the electric inductance

u is the source voltage

θ is the position of shaft

i is the armature current

تابع تبدیل موتور DC

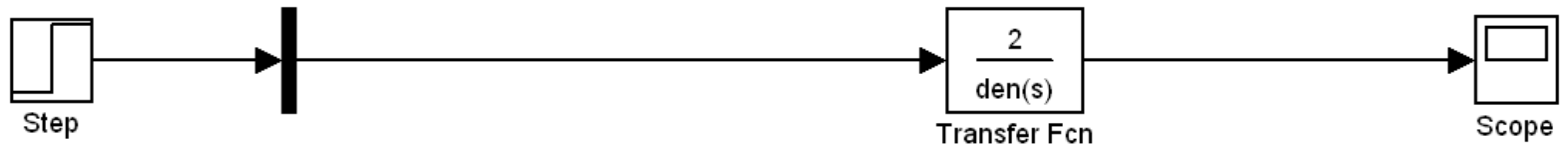
Transfer function:

1.5

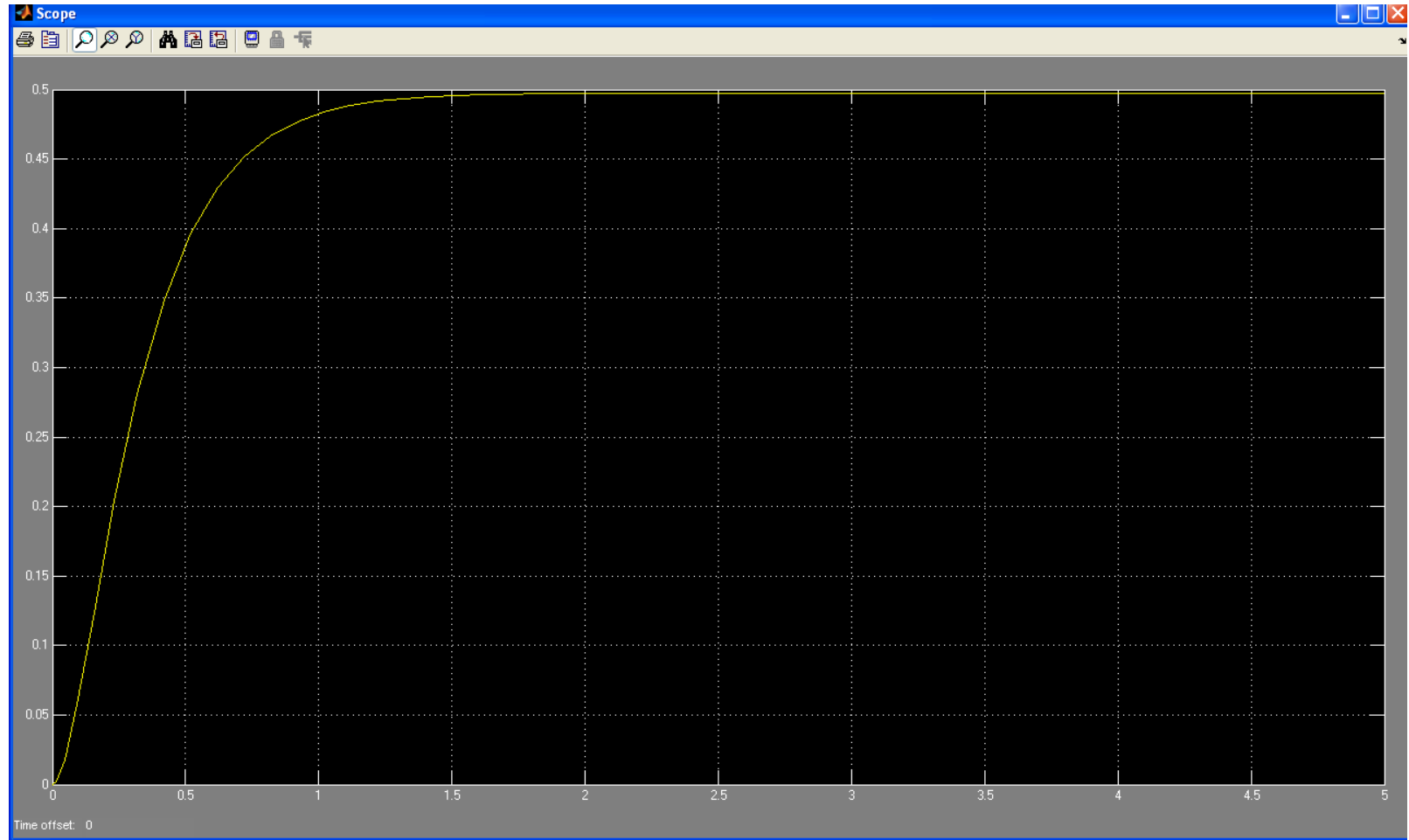
 $s^2 + 14s + 40.02$

- Rise time of less than 0.5 second
- Steady-state error of less than 5%
- Overshoot of less than 10%
- Gain margin greater than 20 dB
- Phase margin greater than 40 degrees

شبیه سازی موتور DC



خروجی موتور dc



کنترل PID و تنظیمات آن

The screenshot displays a Simulink model and its configuration window. The model consists of a Step input block, a summing junction, a PID Controller block, a Transfer Function block with the transfer function $\frac{2}{s+1}$, and a Scope output block. The PID Controller block is selected, and its parameters are shown in the 'Function Block Parameters: PID Controller' dialog box.

Function Block Parameters: PID Controller

PID Controller

This block implements continuous- and discrete-time PID control algorithms and includes advanced features such as anti-windup, external reset, and signal tracking. You can tune the PID gains automatically using the 'Tune...' button (requires Simulink Control Design).

Controller: PID Form: Parallel

Time domain:

Continuous-time
 Discrete-time

Main PID Advanced Data Types State Attributes

Controller parameters

Proportional (P): 1 Compensator formula

Integral (I): 1

Derivative (D): 0

Filter coefficient (N): 100

$$P + I \frac{1}{s} + D \frac{N}{1 + N \frac{1}{s}}$$

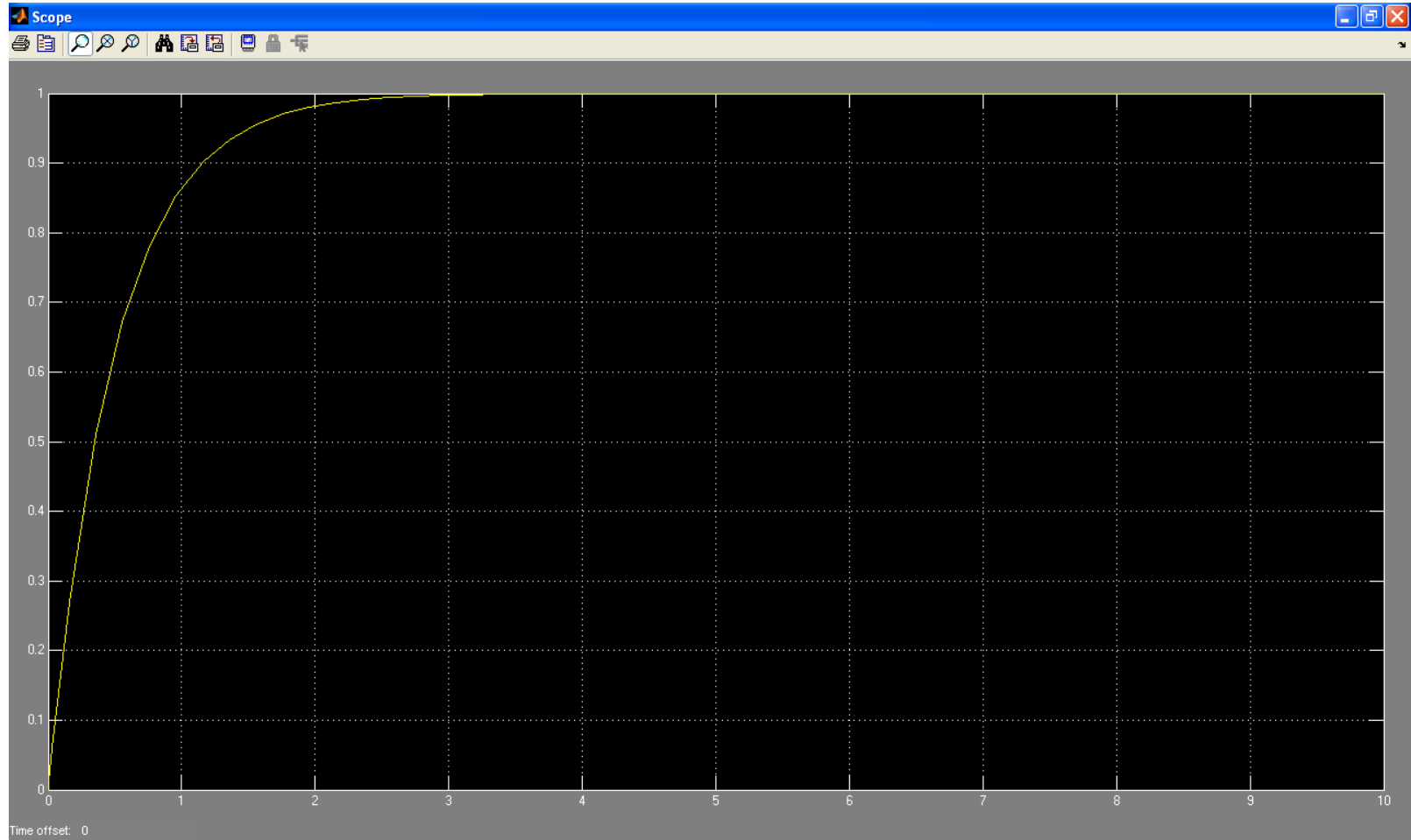
Tune...

Initial conditions

OK Cancel Help Apply

Ready 100% ode45

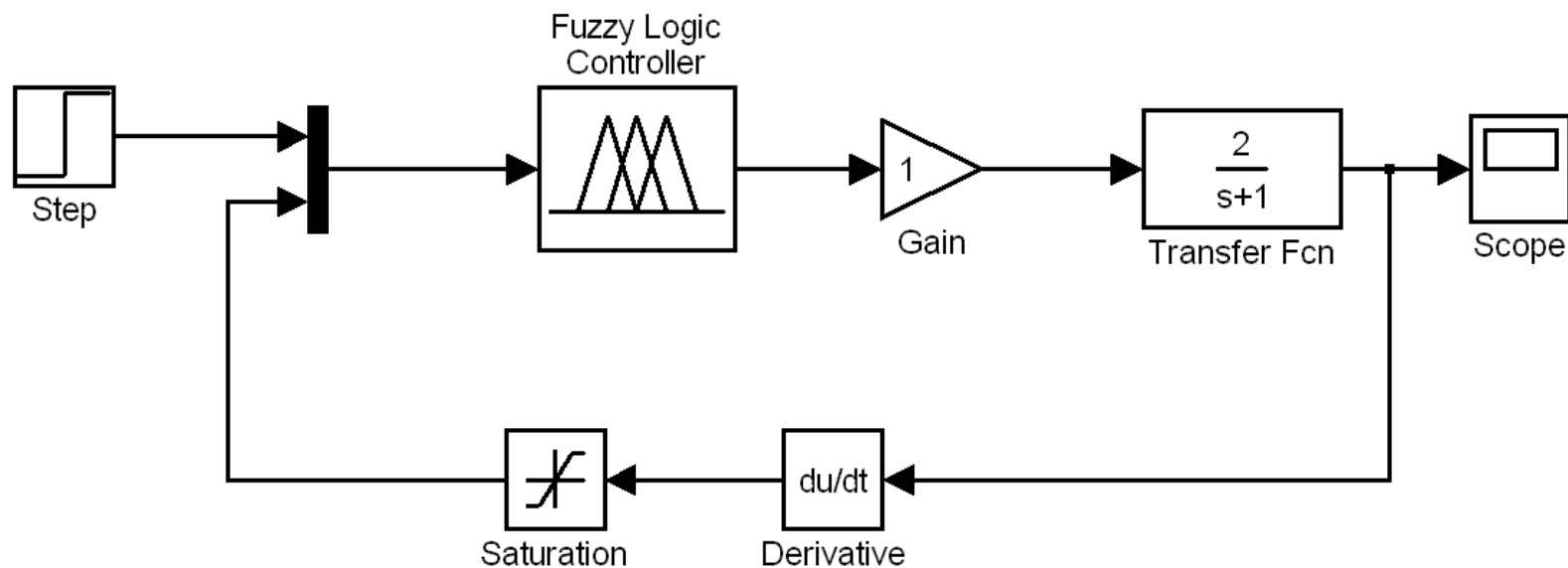
خروجی موتور DC با کنترلر PID



تحليل خروجی موتور با کنترلر PID

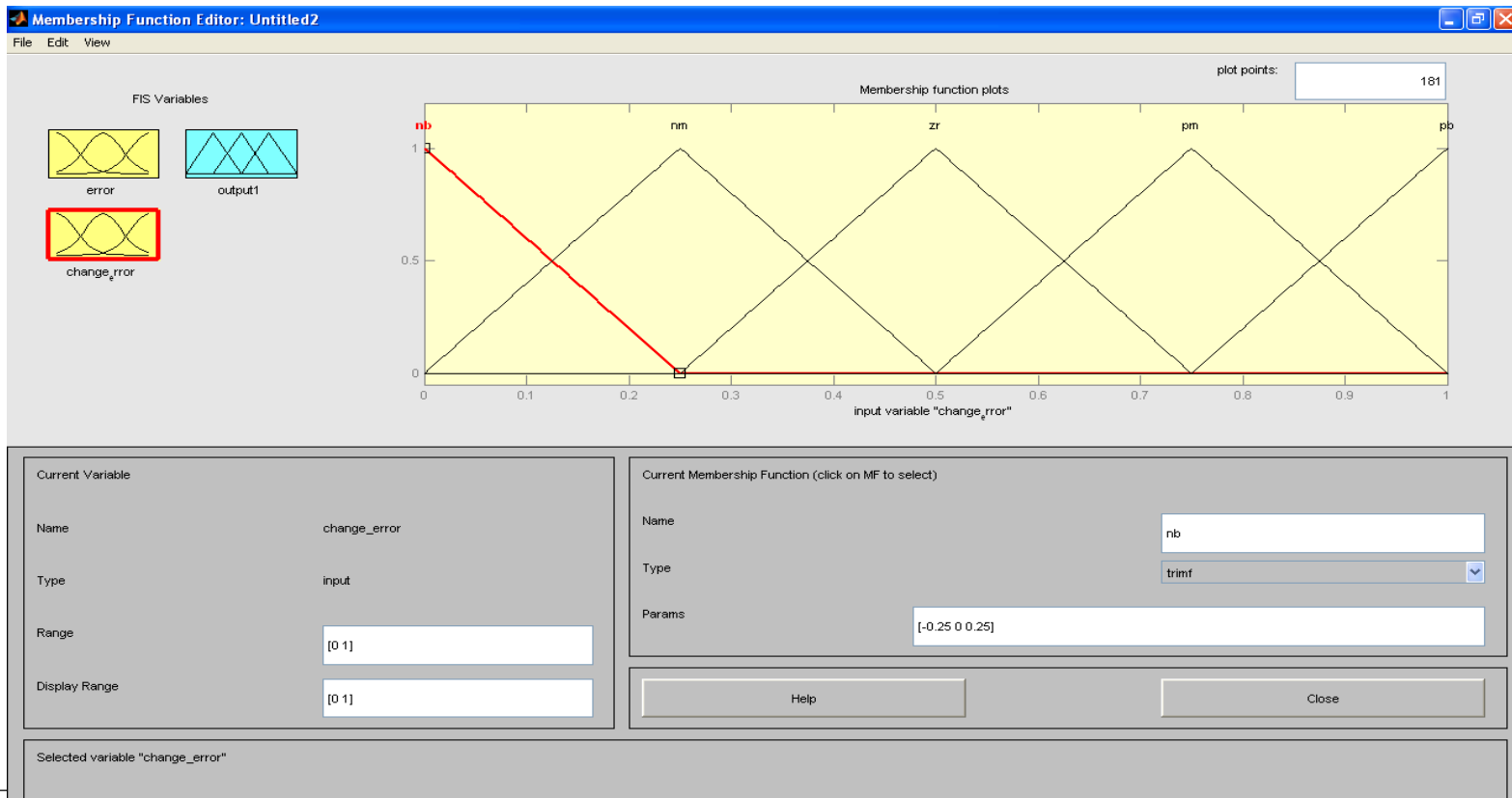
- Zero steady state error with respect to a step input.
- 80% rise time < 1 second.
- Settling time < 2 seconds.
- Maximum overshoot $< 20\%$.
- Open-loop crossover constraint of less than 5 rad/s.

شبیه سازی کنترلر فازی موتور DC



شبیه سازی کنترلر فازی موتور DC

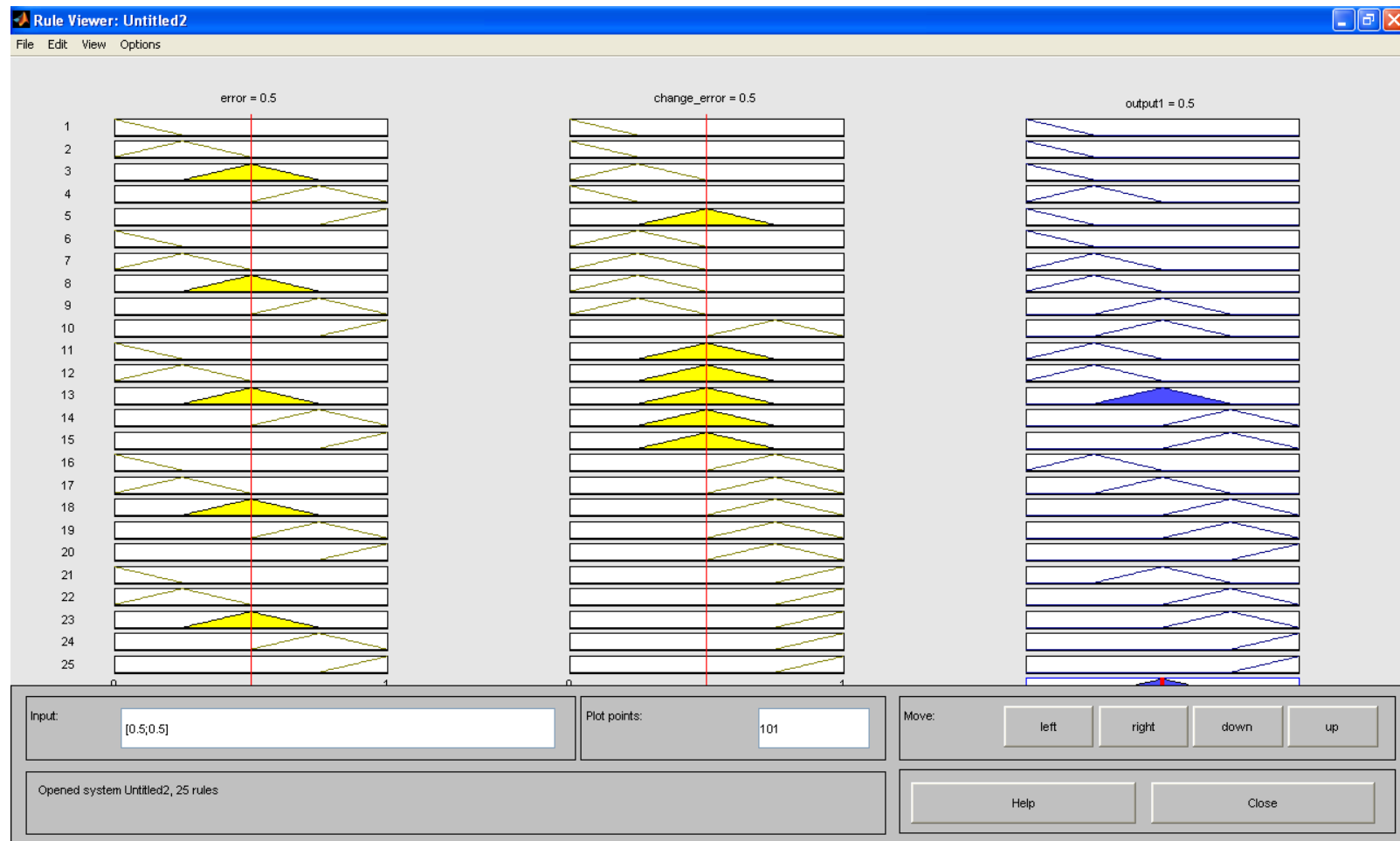
- این الگوریتم در نرم افزار MATLAB با سیستم استنتاج فازی پنج عضو مورد استفاده برای پارامترهای ورودی اجرا شده است، خطا و تغییر در خطا و همچنین برای خروجی .



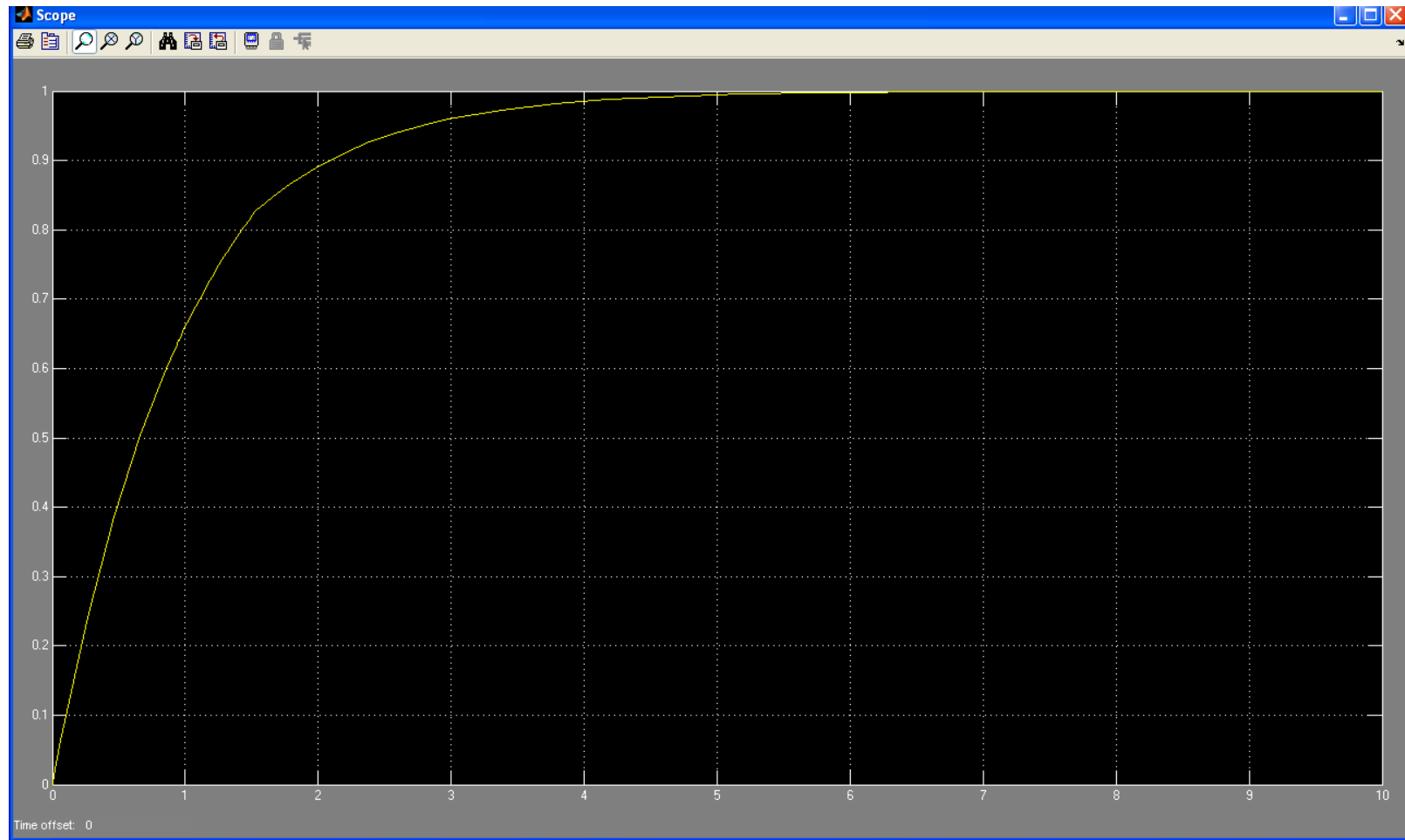
شبیه سازی کنترلر فازی موتور DC

- NB به عنوان یک منفی بزرگ با علامت عددی 0 قرار می گیرد
- NM مخفف متوسط منفی با معادل عددی 0.25
- ZR مخفف صفر با مقدار عددی معادل 0.5
- PM مخفف متوسط مثبت با معادل عددی 0.75
- و PB مخفف بزرگ مثبت با معادل عددی از 1

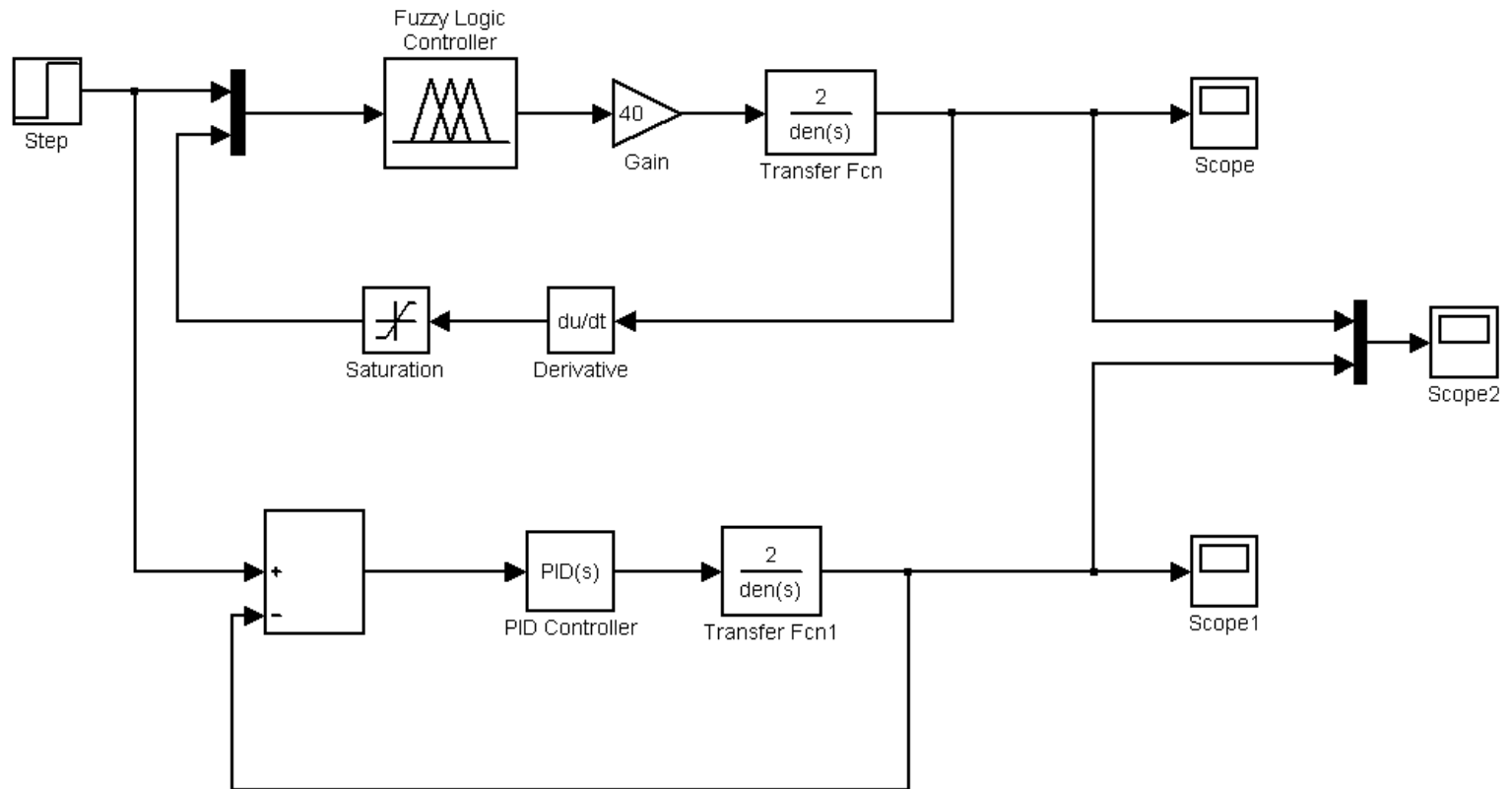
نمایی گرافیکی از این قوانین که در هنگام شبیه سازی اجرا می شود در شکل زیر نشان داده شده است :



خروجی کنترلر فازی موتور DC



شبیه سازی این دو مدار در کنار هم :



خروجی این دو کنترلر برای موتور DC در کنار هم :

