

НЕЙРОЭМУЛЯТОР СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ВАЛА ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Козлова Л.Е., Тимошкин В.В., Глазырина Т.А., Глазырин А.С.
Научный руководитель – доцент Боровиков Ю.С.
Томский политехнический университет, г. Томск

В последнее время все большее внимание уделяется искусственным нейронным сетям (ИНС). ИНС может решать такие задачи как оптимизация, фильтрация, идентификация динамических систем и управление ими, аппроксимация функций, предсказание (прогноз) и т. д.

Целью исследовательской работы являлось построение нейроэмулятора скорости вращения вала двигателя постоянного тока (ДПТ), определение параметров и обучение ИНС, проверка правильности работы нейроэмулятора.

При создании ИНС определены: виды входных сигналов сети, количество нейронов в скрытом слое, методика обучения сети и ее структура. Выходным сигналом ИНС являлась оценка скорости ДПТ.

Для тренировочного набора при обучении ИНС использовались данные, полученные из уже готового файла, расположенного в Matlab 7.1/Help/Demos/Simulink/SimPowerSystem/General Demos/ Starting a DC Motor. Файл под названием power_dcmotor.mdl. Модель реостатного пуска двигателя представлена на рис. 1.

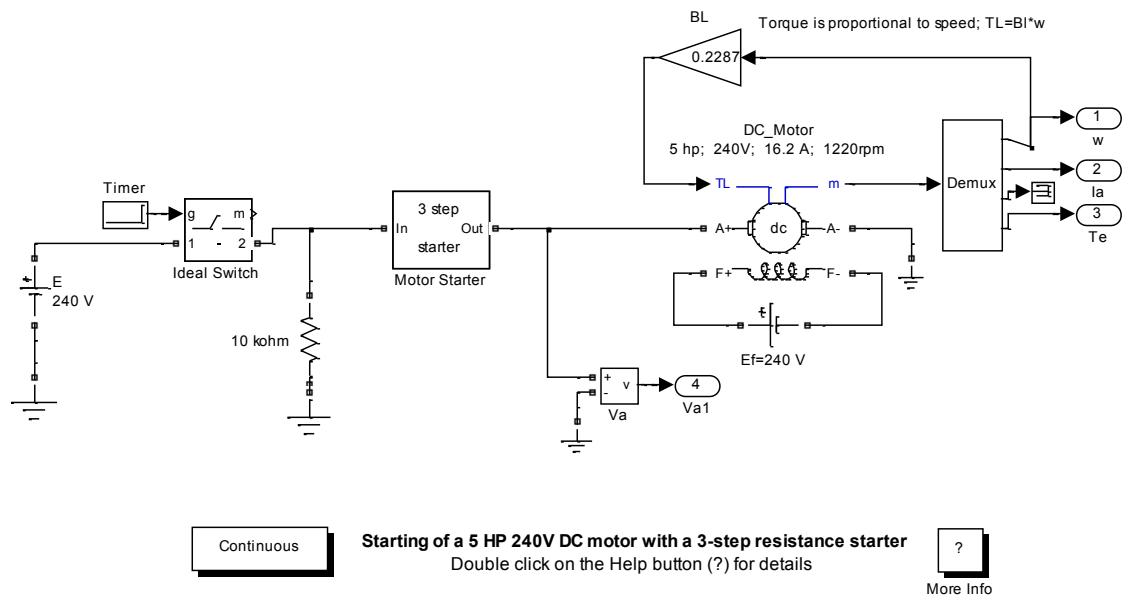


Рис. 1. Модель реостатного пуска ДПТ

Таким образом, был составлен тренировочный набор, состоящий из тока, напряжения и их задержки, задержка и двойная задержка по скорости на период дискретизации $\Delta t = 1 \cdot 10^{-4}$ с. Величина тренировочного набора составляет 10000 выборок.

Составлена ИНС вида 6–9–1. На рис. 2 представлена структурная схема ИНС.

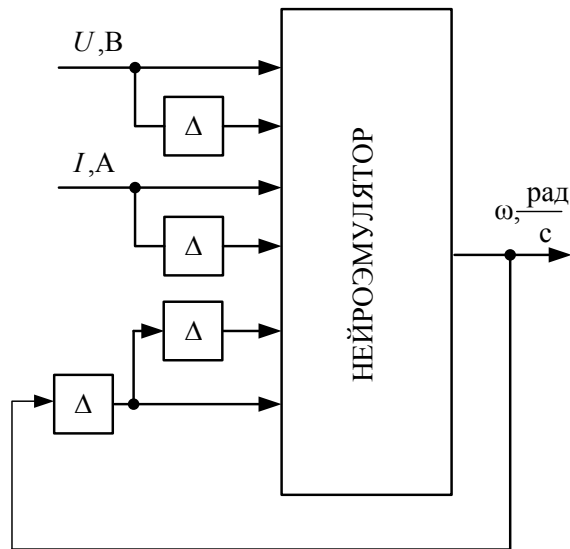


Рис. 2. Структурная схема нейроэмулятора (6 – 9 - 1)

Нейронная сеть моделировалась и обучалась в программе Matlab 7.1. Архитектура нейронной сети: трехслойная сеть; первый слой – 6 нейронов с единичной линейной функцией активации, второй слой – 9 нейронов с функцией активации tansig; третий слой – 1 нейрон с функцией активации purelin; диапазон изменения входа [0 36;0 36;0 240;0 240;0 128;0 128]. Обучение ИНС производится по алгоритму Левенберга – Марквардта:

```
net=newff([0 36;0 36;0 240;0 240;0 128;0 128], [9 1], {'tansig', 'purelin'}, 'trainlm');
```

Установленные параметры обучающей процедуры:

```
>> net.trainParam.epochs=500;
>> net.trainParam.show=100;
>> net.trainParam.goal=0.00001;
>> [net,tr]=train(net,T,w);
>> gensim(net)
```

На рис. 3 представлен график изменения ошибки обучения в зависимости от числа выполненных циклов обучения.

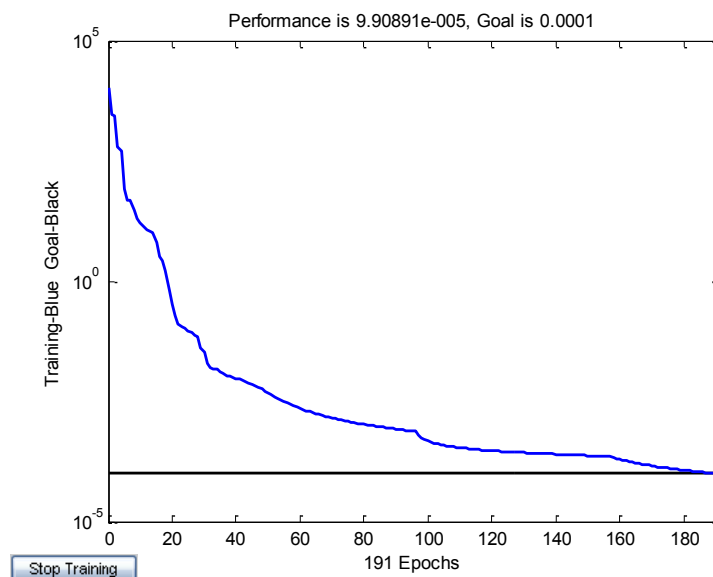


Рис. 3. График изменения ошибки обучения в зависимости от числа выполненных циклов обучения

Как видно из рис. 3, для обучения ИНС потребуется всего чуть больше 180 циклов. Алгоритм обучения Левенберга – Марквардта является самым быстродействующим и используется для обучения больших нейронных сетей с несколькими сотнями настраиваемых параметров. При обучении ИНС сформировались веса и смещения, характеризующие обучение сети.

Правильность работы ИНС была проверена в динамическом режиме, в программе Matlab 7.1. Модель работы двигателя совместно с ИНС представлена на рис. 4.

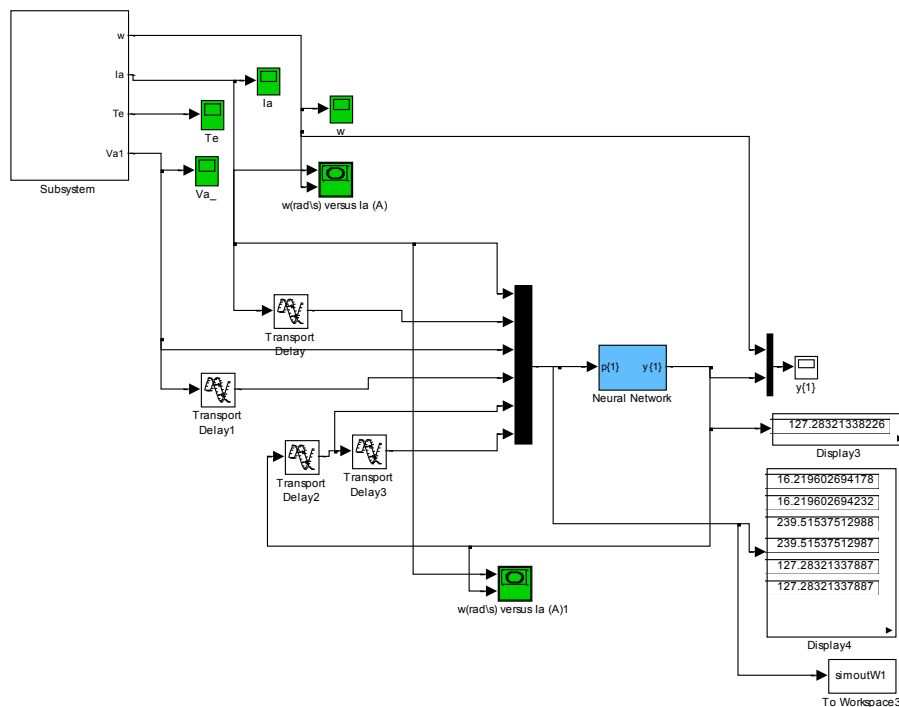


Рис. 4. Модель работы двигателя совместно с ИНС

На рис. 5 представлен график переходной характеристики ДПТ по скорости. Для скорости, реализованной в модели и нейронной сетью. Эти два графика переходных характеристик практически идентичны, Различие происходит в момент переключения сопротивления.

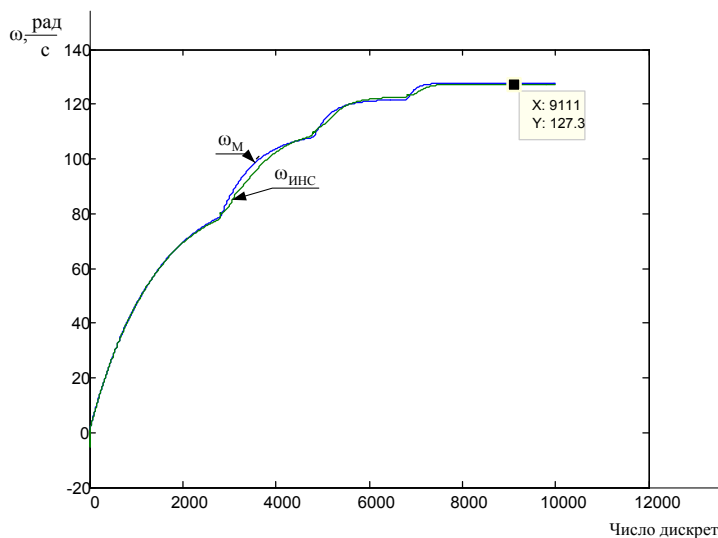
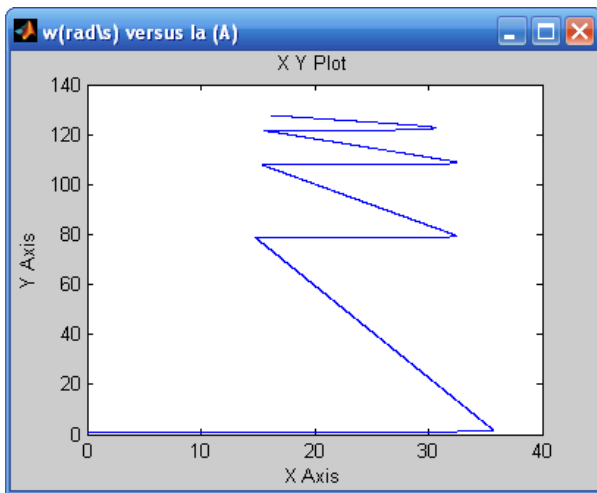
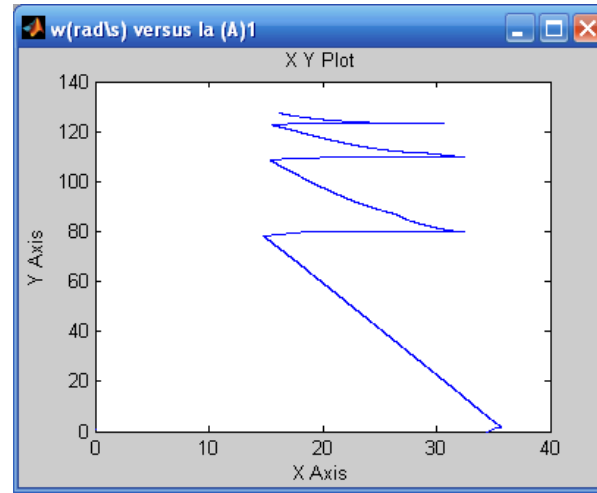


Рис. 5. Графики переходных характеристик ДПТ по скорости



а.)



б.)

Рис. 6. Электромеханические характеристики полученные из: а) модели пуска ДПТ, б.) ИНС

На рис. 6 представлены электромеханические характеристики реостатного пуска ДПТ. По горизонтальной оси изменение тока, единица измерения [А], по вертикальной оси – скорость, в $[\frac{\text{рад}}{\text{с}}]$. Характеристики практически не отличаются друг от друга. Можно сделать вывод, что датчик скорости можно заменить нейроэмулятором.