

## РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

Дворянин Е.В., Евдокимчик П.Е., Линцевич К.Ф., 10705115

Научный руководитель – Ефимик А.В., м.т.н, преподаватель

Имитационное моделирование необходимо для получения замены реальной физической модели компьютерной на начальных этапах проектирования.

Основным предназначением турбогенератора является преобразование механической энергии газа или пара в электрическую за счёт изменения давления в турбине. Принцип действия турбогенератора основан на выработке электрической энергии в довольно длительном номинальном режиме функционирования.

Для создания имитационной модели необходимо разработать математическое описание. На основании математической модели строится структурная.

При необходимости получения характеристик синхронного двигателя с электромагнитным возбуждением используется модель обобщённой электрической машины в осях d-q [1]. Для разработки схемы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором используется модель в осях  $\alpha$ - $\beta$  [2]. Структурная схема двигателя постоянного тока независимого возбуждения составляется на основе дифференциальных уравнений, описывающих его процессы [1].

Имитационные модели строятся на основе структурных схем при помощи стандартных блоков MatLabSimulink. MatLabSimulink позволяет симулировать работу турбогенератора и получить графики переходных процессов в электроприводе. Для этого используются такие блоки как: From, Goto, sum, product, integrator, Transfer fcn, fcn, SineWave, Divid, Scope, Constant. Для удобства расчёта параметров электродвигателей для моделей на различную мощность использовались блоки From, Goto, чтобы была возможность перерасчёта параметров без глобальных изменений моделей. В блоки Transferfcn вводятся передаточные функции.

Данные имитационные модели не учитывают потери на нагрев и изменение параметров от влияния температуры обмоток электродвигателей. Влияние окружающей среды принято не существенным.

Операторные уравнения  
описывающие электромагнитные  
процессы в СД ЭВ:

Операторные уравнения  
описывающие электромагнитные  
процессы в ДПТ НВ:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{d\Psi_{1d}}{dt} = u_{1d} - i_{1d}R_1 + \omega_{\text{эл}} \Psi_{1q}, \\ \frac{d\Psi_{1q}}{dt} = u_{1q} - i_{1q}R_1 - \omega_{\text{эл}} \Psi_{1d}, \\ \frac{d\Psi_{2d}}{dt} = u_{2d} - i_{2d}R_2, \\ \frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J}(M - |M_c| \text{sign}\omega) \\ i_{1d} = \frac{\Psi_{1d}}{L_{1d}} - \frac{L_{12}}{L_{1d}} i_{2d} \\ i_{1q} = \frac{\Psi_{1q}}{L_{1q}} \\ i_{2d} = \frac{\Psi_{2d}}{L_{2d}} - \frac{L_{12}}{L_{2d}} i_{1d} \\ \omega_{\text{эл}} = p_n \omega \end{array} \right\} \quad \left\{ \begin{array}{l} u_{\text{с}}(p) = \frac{R_{\text{с}}}{L_{\phi}} (1 + T_{\text{с}} p) \Phi(p) \\ \frac{u_{\text{я}}(p) - e(p)}{R_{\text{я}}} = (1 + T_{\text{я}} p) i_{\text{я}}(p) \\ e(p) = k\Phi(p)\omega(p) \\ M(p) = k\Phi(p)i_{\text{я}}(p) \end{array} \right\}$$

Дифференциальные уравнения, описывающие электромеханическое преобразование энергии в АД КЗР:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{di_{1\alpha}}{dt} = k_1(u_{1\alpha} - i_{1\alpha}R_1) + k_2\omega_{\text{эл}}(L_2i'_{2\beta} + L_{12}i_{1\beta}) + k_3i'_{2\alpha}, \\ \frac{di_{1\beta}}{dt} = k_1(u_{1\beta} - i_{1\beta}R_1) + k_2\omega_{\text{эл}}(L_2i'_{2\alpha} + L_{12}i_{1\alpha}) + k_3i'_{2\beta}, \\ \frac{di'_{2\alpha}}{dt} = -k_2(u_{1\alpha} - i_{1\alpha}R_1) - k_4\omega_{\text{эл}}(L_2i'_{2\beta} + L_{12}i_{1\beta}) + k_5i'_{2\alpha}, \\ \frac{di'_{2\beta}}{dt} = -k_2(u_{1\beta} - i_{1\beta}R_1) + k_4\omega_{\text{эл}}(L_2i'_{2\alpha} + L_{12}i_{1\alpha}) - k_5i'_{2\beta}, \\ \frac{di_{1\alpha}}{dt} = k_1(u_{1\alpha} - i_{1\alpha}R_1) + k_2\omega_{\text{эл}}(L_2i'_{2\beta} + L_{12}i_{1\beta}) + k_3i'_{2\alpha}, \\ \frac{d\omega}{dt} = \frac{1}{J}(M - |M_c| \text{sign}\omega), \\ M = k_6(i_{1\beta}i'_{2\alpha} - i_{1\alpha}i'_{2\beta}). \end{array} \right.$$

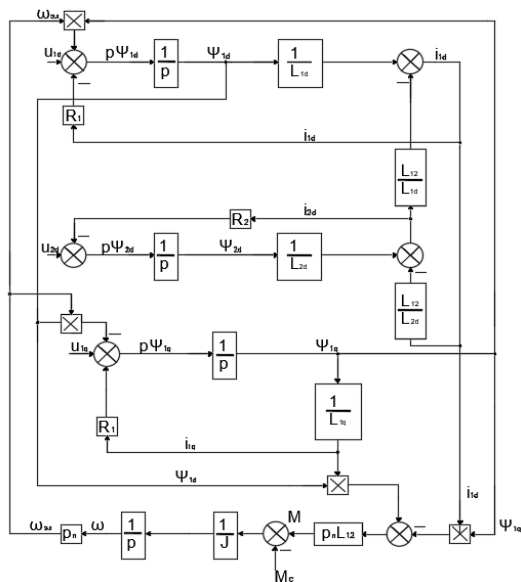


Рисунок 1.1 – Структурная модель СД ЭМ

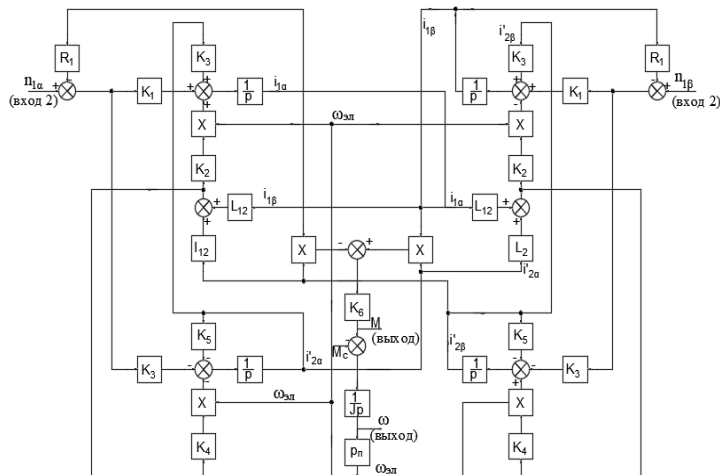


Рисунок 1.2 – Структурная модель АД КЗР

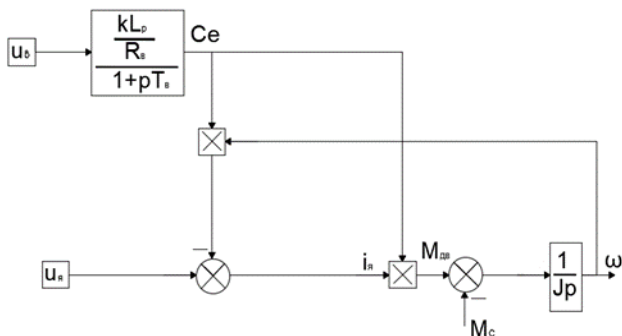


Рисунок 1.3 – Структурная модель ДПТ ПВ

### Литература

1. Фираго, Б. И. Регулируемые электроприводы переменного тока./ Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик // Минск ЗАО «Техноперспектива» 2006. - 363 с.
2. Фираго, Б. И. Теория электропривода./ Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик // Минск ЗАО «Техноперспектива» 2007. - 585 с.