

МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЯВНОПОЛЮСНОГО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА В MATLAB

Файзиев М.М.¹, Курбанов Н.А.², Имомназаров А.Б.³, Бобоназаров Б.С.⁴,
Бекишев А.Э.⁵ Email: Fayziyev629@scientifictext.ru

¹Файзиев Махманазар Мансурович - кандидат технических наук, доцент;

²Курбанов Нажмиддин Абдихамидович - старший преподаватель;

³Имомназаров Азизбек Ботирович - соискатель, ассистент,

⁴Бобоназаров Бахром Сирожович - соискатель, ассистент,
кафедра электроэнергетики,

Каришинский инженерно-экономический институт, г. Кариши;

⁵Бекишев Аллаберган Эргашевич - соискатель, заместитель директора,

Куйи-Чирчикский транспортно-сервисный проф. колледж, г. Куйи, Республика Узбекистан

Аннотация: электрическая система для каждой фазы состоит из напряжения источника последовательно с полным сопротивлением RL , которое осуществляет внутреннее полное сопротивление машины. В научной статье даны материалы схемы включения неявнополюсного синхронного генератора на трехфазную сеть. Модель выполнена в двух вариантах: *Simplified Synchronous SI Units* и *Simplified Synchronous Machine pu Units*. Порты модели являются выводами статорной обмотки машины. На выходном порту формируется векторный сигнал, состоящий из элементов. Сигнал, равный механической мощности на валу машины, задающей действующее значение линейной ЭДС обмотки статора.

Ключевые слова: на выходном порту формируется векторный сигнал, состоящий из элементов: токов (i_{sa} , i_{sb} , i_{sc}), напряжений (v_a , v_b , v_c) и ЭДС (e_a , e_b , e_c) обмотки статора, углового положения (θ) и угловой частоты вращения ротора (ω), а также электромагнитной мощности (P_e). Модель каждой фазы машины состоит из источника напряжения и последовательно с ним включенного активного сопротивления и индуктивности фазной обмотки.

SIMULATION RUN ASYNCHRONOUS MOTOR IN MATLAB

Fayziyev M.M.¹, Qurbonov N.A.², Imomnazarov A.B.³, Bobonazarov B.S.⁴,
Bekishev A.E.⁵

¹Fayziyev Mahmanazar Mansurovich - Ph.D., Associate Professor;

²Qurbonov Najmiddin Abdihamidovich - Senior Lecturer;

³Imomnazarov Azizbek Botirovich - applicant, assistant,

⁴Bobonazarov Bahrom Sirojovich - applicant, assistant,

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENERGY,

KARSHI ENGINEERING-ECONOMIC INSTITUTE, THE CITY OF KARSHI;

⁵Bekishev Allabergan Ergashevich - applicant, Deputy. Director,

KUYI CHIRCHIK TRANSPORT-SERVICE OF PROF. COLLEGE, KUYI, REPUBLIC OF UZBEKISTAN

Abstract: electric system for every phase consists of voltage from the source, consistently a full resistance RE which carries out internal resistance of the machine. A three phased electric line implicit synchronous generator starting scheme is given in the scientific article. The model is done in two variants. Simplified synchronous units and simplified synchronous machine pu units. Ports of the models are the outputs of stator windings of the machine. At the M port vector signal of consisting elements is formed. The signal equal to the power in the shaft of the machine, which gives actual meaning to lined EDC winding of the stator.

Keywords: at the M port vector signal of consisting elements is formed voltages (i_{sa} , i_{sb} , i_{sc}) voltage (v_a , v_b , v_c) and EDC (e_a , e_b , e_c) windings of the stator, angular position (θ) and angular frequency of rotor rotation (ω), and the electromagnetic power (p_e), model of every machine phase consists of source of voltage power and active consistent resistance and the inductance of the phase windings. Simulation run asynchronous motor in Matlab.

УДК 681.3.075

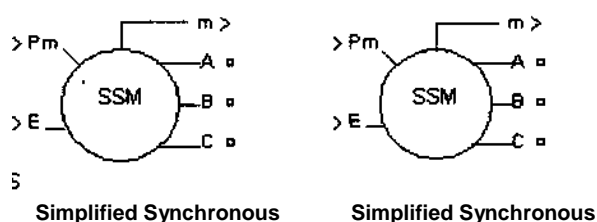


Рис. 1. Упрощенная модель синхронной машины *Simplified Synchronous Machine*

Упрощенный блок синхронной машины моделирует как, электрическую так и механическую характеристики простой синхронной машины. Электрическая система для каждой фазы состоит из напряжения источника последовательно с полным сопротивлением RL, которое осуществляет внутреннее полное сопротивление машины. Величина R может быть нулем, но величина L должна быть положительной. Модель выполнена в двух вариантах: *Simplified Synchronous SI Units* (параметры машины задаются в системе единиц СИ) и *Simplified Synchronous Machine pu Units* (параметры машины задаются в системе относительных единиц) [1, 2]. В зависимости от варианта входные и выходные переменные машины также измеряются в системе единиц СИ или в относительных единицах.

Порты модели A, B и C являются выводами статорной обмотки машины. На выходном порту m формируется векторный сигнал, состоящий из 12 элементов: токов (isa, isb, isc), напряжений (va, vb, vc) и ЭДС (ea, eb, ec) обмотки статора, углового положения (thetam) и угловой частоты вращения ротора (vm), а также электромагнитной мощности (Pe). Для удобства извлечения переменных машины из выходного вектора измеряемых переменных в библиотеке SimPowerSystems предусмотрен блок *Machines Measurement Demux* [1, 2].

Сигнал, равный механической мощности на валу машины, подается на входной порт Pm, а на входной порт E подается сигнал, задающий действующее значение линейных ЭДС обмотки статора.

Модель каждой фазы машины состоит из источника напряжения и последовательно с ним включенного активного сопротивления и индуктивности фазной обмотки [1, 2]. При этом активное сопротивление фазы может быть задано равным нулю, а индуктивность должна всегда быть больше нуля. Механическая часть модели описывается уравнениями:

$$\Delta\omega(t) = \frac{1}{2H} \int_0^t (T_m - T_e) dt - K_d \Delta\omega(t),$$

$$\omega(t) = \Delta\omega(t) + \omega_0$$

где $\Delta\omega(t)$ - отклонение угловой частоты вращения ротора от синхронной;

H - момент инерции ротора;

T_m - механический момент;

T_e - электромагнитный момент;

K_d - коэффициент демпфирования;

$\omega(t)$ - угловая частота вращения ротора;

ω_0 - синхронная угловая частота вращения (10.е.).

На рис. 2. представлена структурная схема механической части модели.

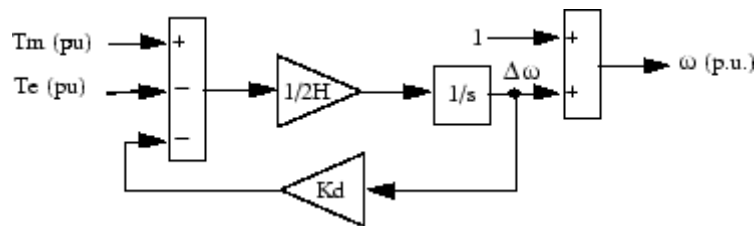


Рис. 2. Структурная схема механической части модели

На структурной схеме хорошо видно, что в модели вычисляется отклонение угловой частоты вращения ротора от синхронной, а не само значение частоты.

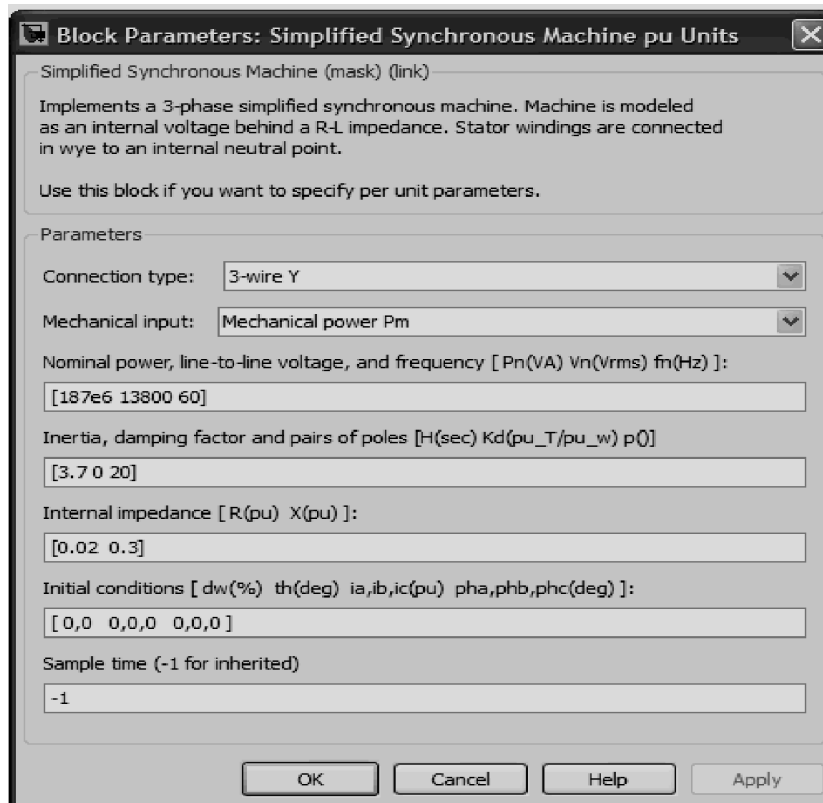


Рис 3. Параметры блока *Simplified Synchronous Machine pu Units*

Параметры блока:

Connection type: [Тип соединения обмотки статора]. Значение параметра выбирается из списка:

3-wire Y - звезда без нулевого провода;

4-wire Y - звезда с нулевым проводом.

Nom. power, L-L volt, and freq. [Pn (VA) Vn (Vrms) fn (Hz)]:

[Номинальная мощность Pn (ВА), действующее линейное напряжение Un (В) и номинальная частота fn (Гц)].

Inertia, damping friction factor and pairs of poles [J (kg*m²) Kd (pu_T/pu_w) p]:

[Момент инерции J (кг*м²), коэффициент демпфирования Kd (о.е.Т/о.е.ω) и число пар полюсов p].

Internal impedance [R (Ohm) L (H)]:

[Активное сопротивление и индуктивность обмотки статора R (Ом) L (Гн)].

Init. cond. [dw (%) th (deg) ia, ib, ic (A) pha, phb, phc (deg)]:

[Начальные условия]. Параметр задается в виде вектора, каждый элемент которого имеет следующие значения:

dw (%) - отклонение угловой частоты вращения (в %);

th (deg) - угловое положение ротора (град.);

ia, ib, ic - начальные значения токов статора (А);

pha, phb, phc - начальные фазы токов статора (град.).

Механический вход позволяет вам, чтобы выбираться или вращающий момент прилагал к валу или скорость ротора как сигнал Simulink прилагал к блочному вкладу. Выберите механическую мощность Pm, чтобы определять механический силовой вклад, параметры машины задаются в системе единиц СИ или параметры машины задаются в системе относительных единиц pu, и маркировании изменения блочного вклада на Pm. Машинная скорость определена машиной инерция J (или константа инерции H для pu машины) и различием между механическим вращающим моментом Tm, проистекающим из прикладной механической мощности Pm, и внутренний электромагнитный вращающий момент Te. Конвенция знака о механической мощности - следующее: когда скорость положительная, положительный механический силовой сигнал указывает в режиме генератора и отрицательный сигнал указывает в режиме двигателя. На рис.4. показана схема, в которой синхронный генератор включается на трехфазную сеть.

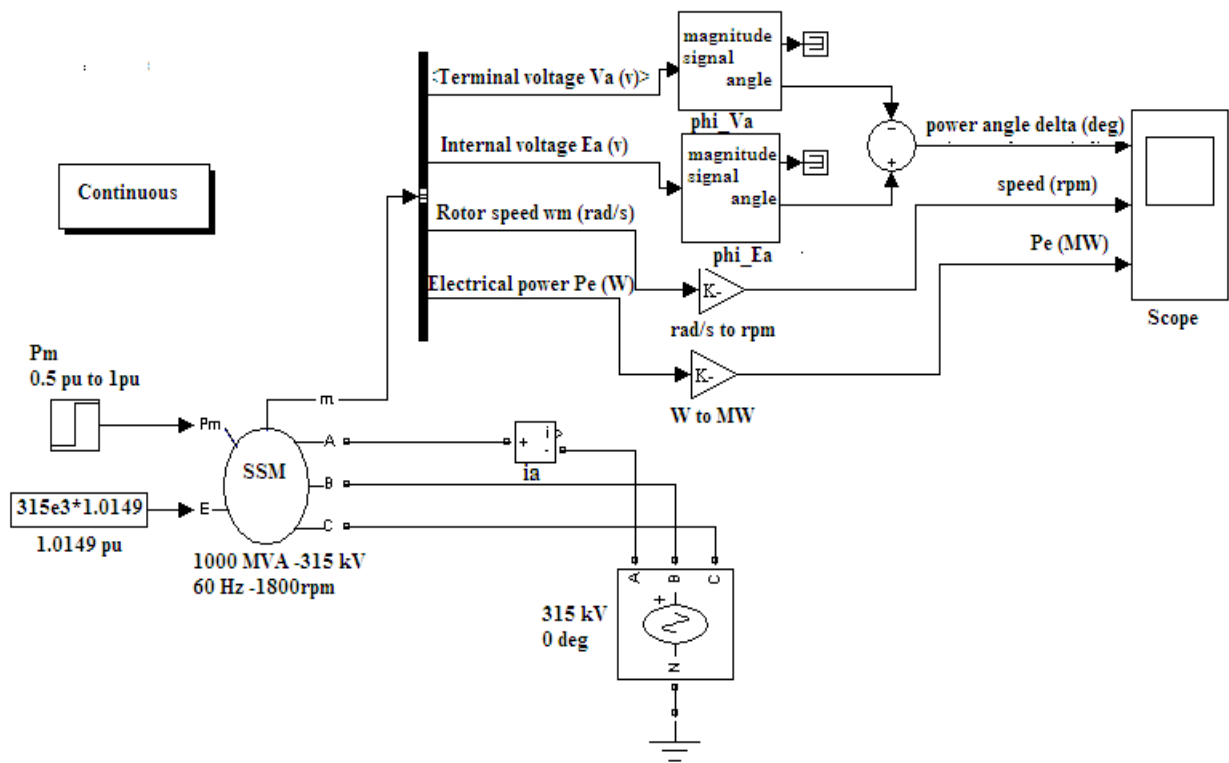


Рис. 4. Схема включения неявнополюсного синхронного генератора на трехфазную сеть

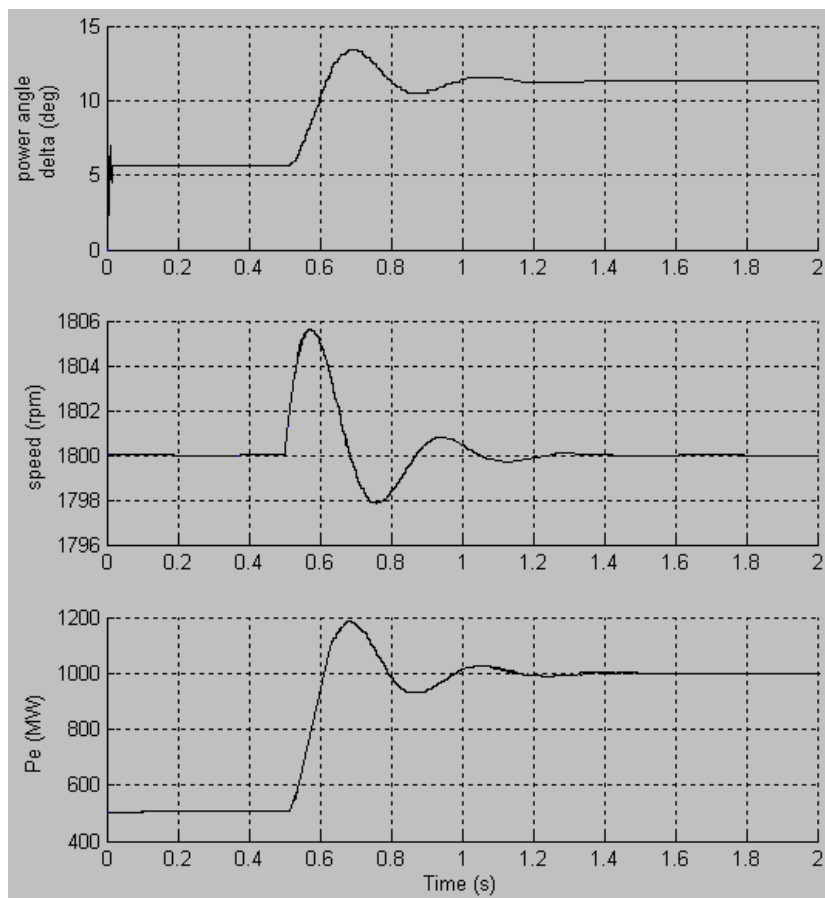


Рис. 5. График угловой частота вращения ротора (n, об/мин) и электромагнитной мощности

Полученная (рис. 5) графика угловой частота вращения ротора (n, об/мин) и электромагнитной мощности (Pe, МВт), а также график изменения угла между ЭДС и напряжением одной из фаз обмотки статора из моделирования неявнополюсного синхронного генератора на рис.4.

Таким образом, предлагаемые нами на трехфазном неявнополюсном синхронном генераторе моделирование в MATLAB следующие характерные аспекты:

- составления графика углового частота вращения ротора (n , об/мин) и электромагнитной мощности (P_e , МВт);

- составления графиков изменения угла между ЭДС и напряжением одной из фаз обмотки статора;

- не используется стационарный действующей стенд, то есть электробезопасный режим работы.

На основе полученных результатов, намечается план мероприятия текущей и капитальный ремонт неявнополюсный синхронный генератор.

Список литературы / References

1. *Черных И.В.* Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, SimPowerSystems и Simulink. М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008. 172-175 стр.
2. *Файзиев М.М., Курбонов Н.А., Имамназаров А.Б., Бекишев А.Э.* Моделирование пуска асинхронных двигателей в MATLAB. Вестник науки и образования. Москва, 2017. № 3(27). Том 1. С. 42-47.