

Рис. 11.56. Окно установки параметров блока *DC\_Mashine*

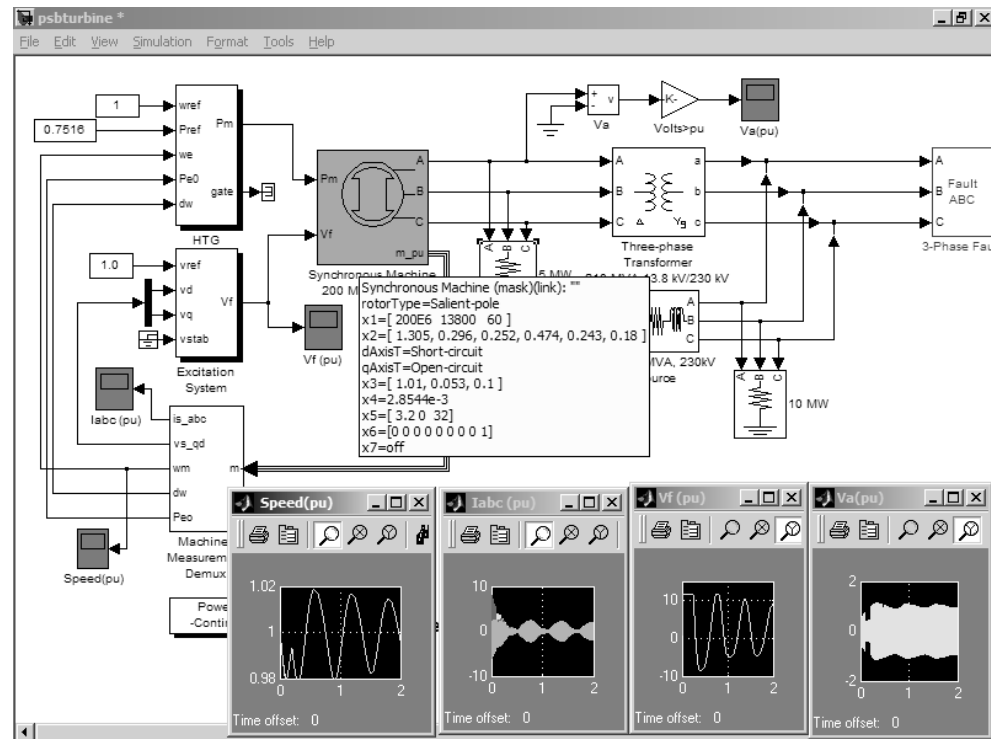


Рис. 11.57. Пример моделирования мощной синхронной машины

## 11.6. Моделирование электрических преобразователей электроэнергии

### 11.6.1. Моделирование импульсного преобразователя с ключом на полевом транзисторе

Преобразователи с импульсным регулированием обычно используют для управления силовым ключом широтно-импульсный модулятор. Рисунок 11.59 показывает одну из реализаций ШИМ, а также управляющий треугольный сигнал на его входе и выходные импульсы модулятора.

Обратите внимание на то, что все пояснения на этой модели даны на русском языке, поскольку модель не является встроенной в библиотеку примеров системы MATLAB.

На рис. 11.60 показана модель импульсного преобразователя с ключом на мощном полевом транзисторе, управляемым с выхода ШИМ. Этот преобразователь является типичной замкнутой системой регулирования, которая стремится установить выходное напряжение равным опорному напряжению стандартной бортовой сети 27 В (блок 3) на нагрузке 5 Ом, зашунтированной конденсатором 100 мкФ. Если выходное напряжение превышает опорное, скважность импульсов ШИМ уменьшается и ключевой регулятор понижает напряжение на выходе.

Осциллограмма выходного напряжения, представленная на рис. 11.60, показывает, что вначале имеет место заметное перерегулирование, дающее короткий всплеск напряжения на выходе примерно до 35 В. Затем напряжение на выходе опускается до уровня примерно 27 В и после некоторого переходного процесса пульсирует около него с частотой, равной частоте модуляции.

Поведение данной системы вполне характерно для систем такого рода и свидетельствует о желательности применения дополнительных мер по коррекции ди-

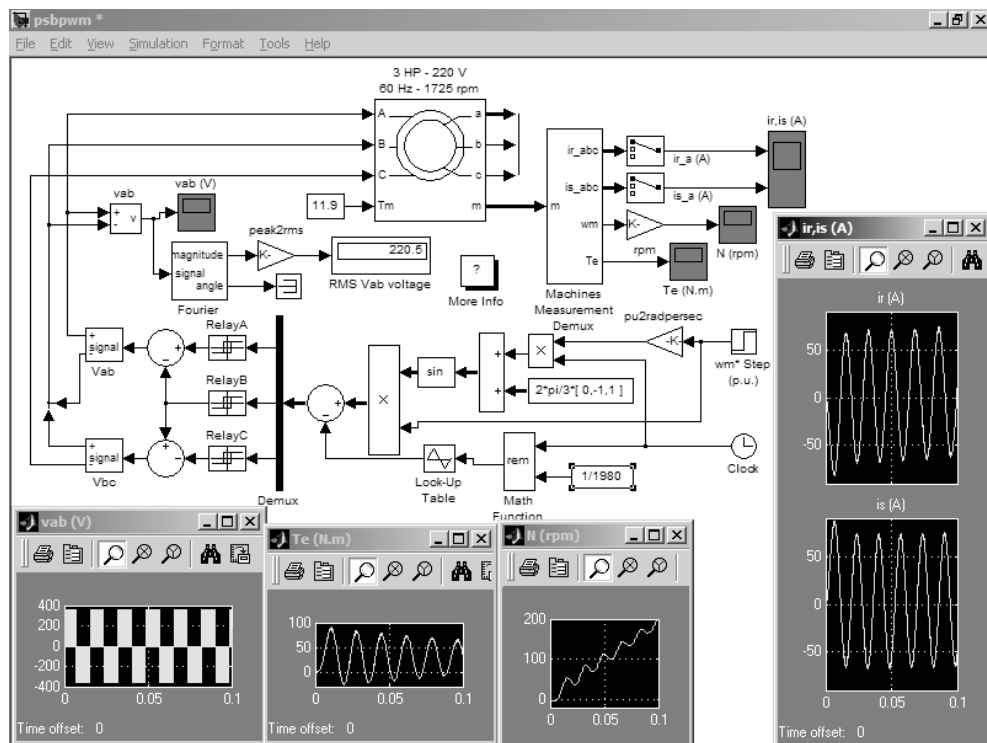


Рис. 11.58. Моделирование привода асинхронного двигателя, питаемого от трехфазного импульсного источника

намических процессов при запуске устройства. В частности, наличие перерегулирования и отличие частоты запуска ключа от номинальной (задается источником **Pulse Generator** и равна 200 кГц) в начале переходного процесса свидетельствует о неустойчивой работе ШИМ в начале запуска. Однако в конце переходного процесса ШИМ работает устойчиво.

### 11.6.2. Моделирование неуправляемых однофазных выпрямителей

Пакет расширения SimPowerSystem открывает обширные возможности в изучении путем моделирования различных преобразователей электрической энергии. Начнем с простого преобразователя энергии переменного тока в постоянный – мостового неуправляемого однофазного выпрямителя. Две равноценные схемы такого выпрямителя, широко применяемые в бытовой технике, представлены на рис. 11.61.

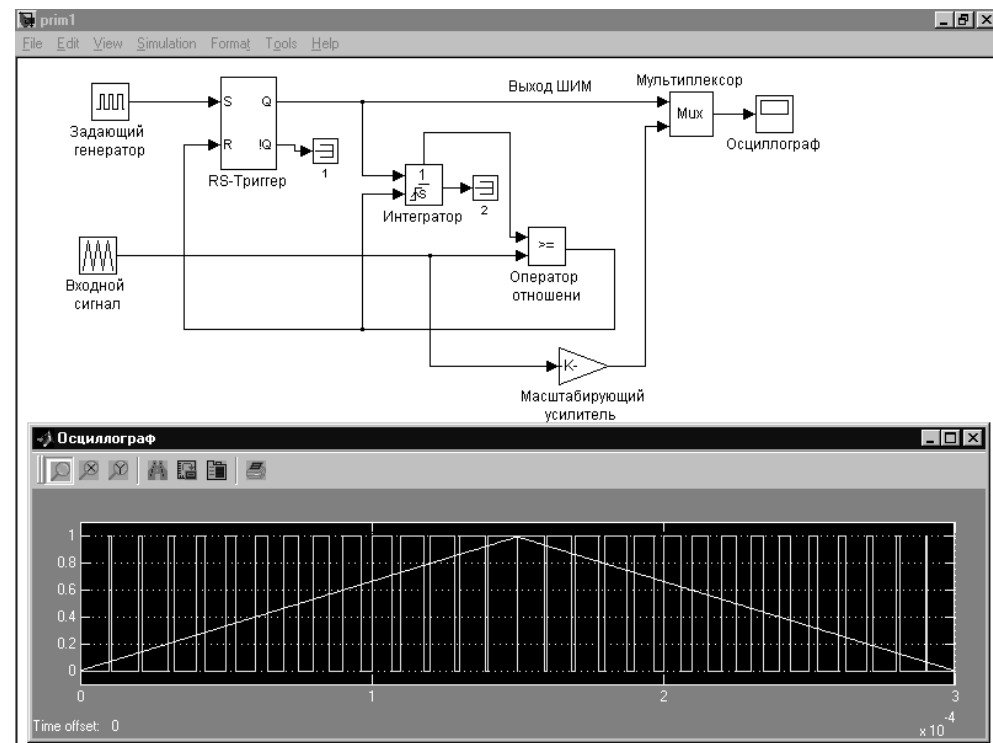


Рис. 11.59. Подсистема ШИМ

Оба выпрямителя преобразуют напряжение сети переменного тока 120 В 60 Гц в постоянный ток в нагрузке 5 Ом. Для сглаживания пульсаций используется LC-фильтр. Обе схемы на рис. 11.61 идентичны и отличаются реализацией модели выпрямителя: в первой схеме используется мост из 4 диодов, в другой – готовая модель такого моста на основе универсального блока **Universal Bridge**. Осциллограммы работы устройств подтверждают их идентичность (на верхней осциллограмме две кривые сливаются).

### 11.6.3. Моделирование трехфазных выпрямителей

Более эффективны широко применяемые в промышленности трехфазные выпрямители. Пример моделирования такого неуправляемого диодного выпрямителя представлен на рис. 11.62. Здесь в качестве фильтра используется катушка индуктивности, включенная последовательно с нагрузкой. Емкостный фильтр отсутствует, но, несмотря на это, пульсации тока в нагрузке достаточно малы.

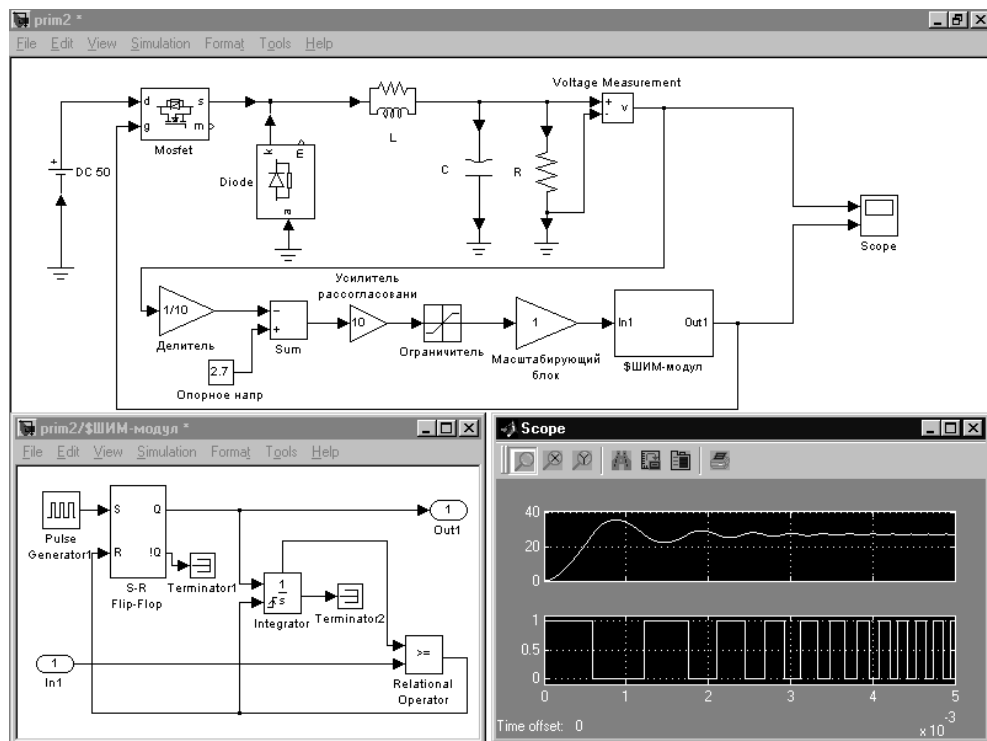


Рис. 11.60. Моделирование преобразователя с идеальным ключом, управляемым ШИМ

## 11.6.4. Моделирование однофазных инверторов

Как известно, наибольший коэффициент полезного действия обеспечивают импульсные преобразователи напряжения, именуемые также инверторами. Ныне такие преобразователи применяются повсеместно в блоках питания бытовой и сложной измерительной и вычислительной аппаратуры.

Принцип построения трех простейших таких устройств поясняет рис. 11.63. В левой части модели представлены идеализированные расчетные выражения, позволяющие сравнивать эти устройства. В подробном описании данные устройства не нуждаются – те, кому это описание все же необходимо, могут найти его в учебной литературе по преобразовательной технике. Обратите, однако, внимание на то, что в первом преобразователе постоянного напряжения в постоянный ток нагрузка имеет источник э.д.с., то есть преобразователь моделирует работу зарядного устройства. Два других преобразователя преобразуют постоянное напряжение в переменное.

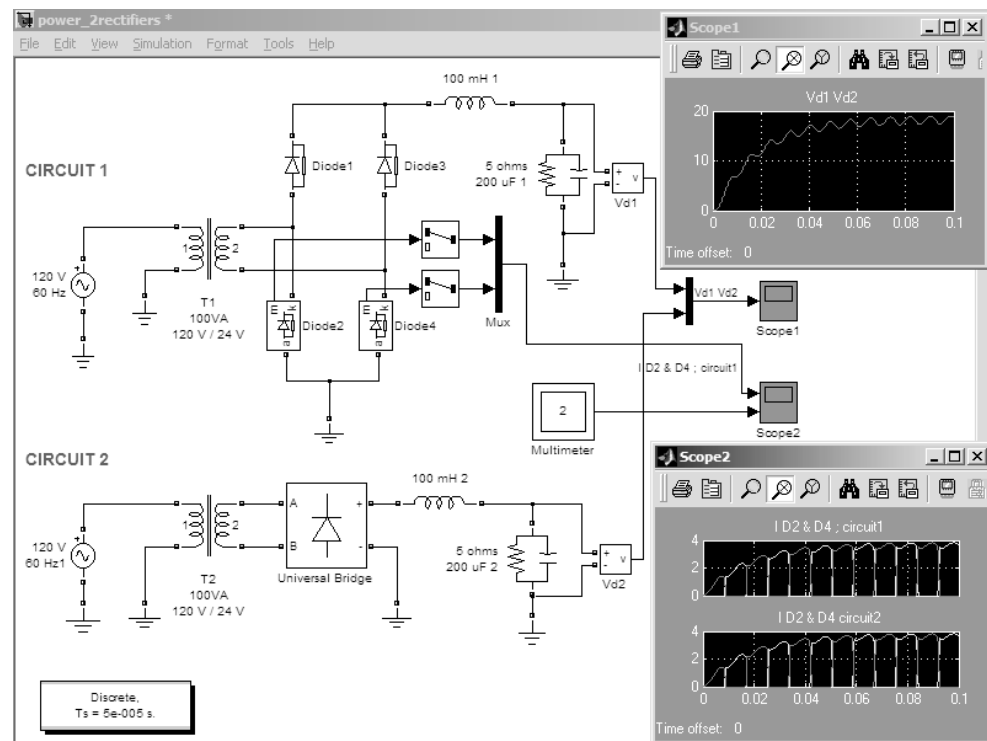


Рис. 11.61. Моделирование однофазных мостовых выпрямителей

Осциллограммы напряжений этих преобразователей (слева направо для схем рис. 11.63 сверху вниз) представлены на рис. 11.64. Нетрудно заметить, что характер преобразований определяется характером изменения ширины импульсов, управляющих ключами.

## 11.6.5. Моделирование трехфазных инверторов

Пример моделирования трехфазного трехуровневого управляемого выпрямителя (преобразователя) показан на рис. 11.65. Модель демонстрирует переходные процессы после включения преобразователя и затем после подключения к нагрузке дополнительной нагрузки. В этом устройстве используется управляемый трехуровневый мост.

В настоящее время широко используются различные устройства, например электромобили, которые имеют источник питания постоянного тока, но исполнительные элементы на основе асинхронных или синхронных двигателей. Они нуждаются в преобразователях энергии постоянного тока в трехфазный переменный