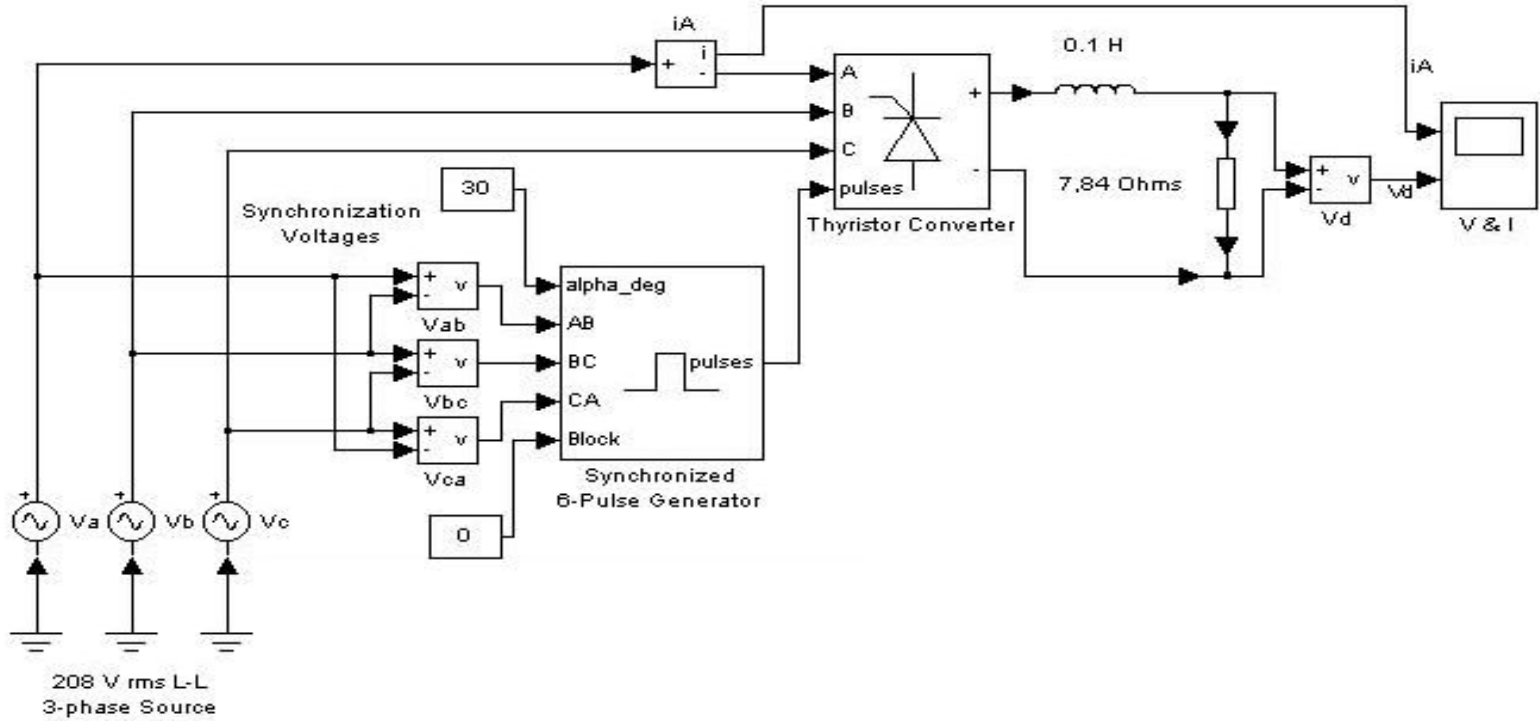
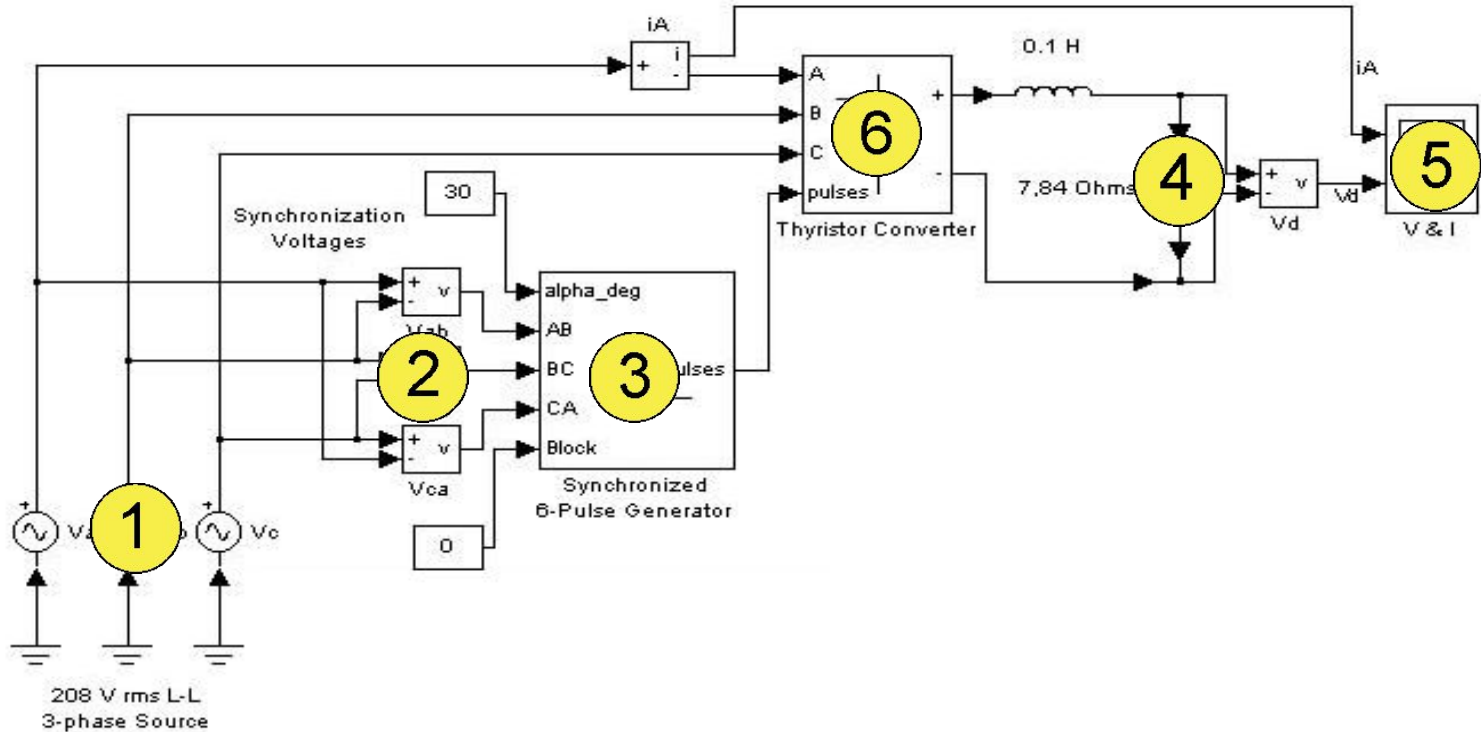


# Трёхфазный тиристорный преобразователь



Моделирование с помощью программы MATLAB

# Схема трехфазного тиристорного преобразователя

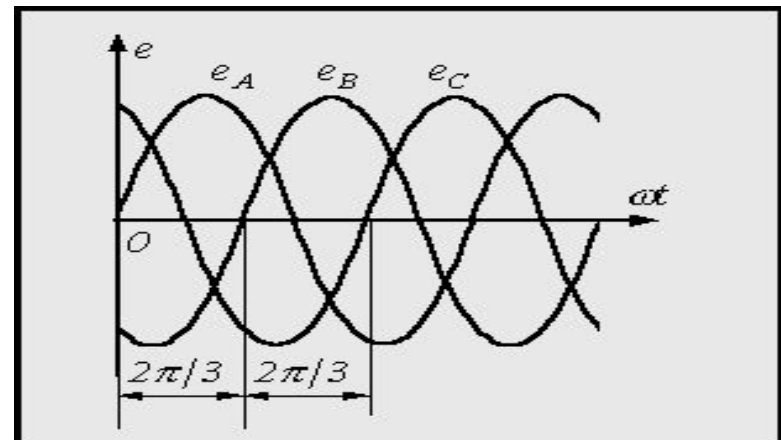


→ **1** - источник трехфазного напряжения  
(схема Ларионова)

# Трехфазная электрическая цепь



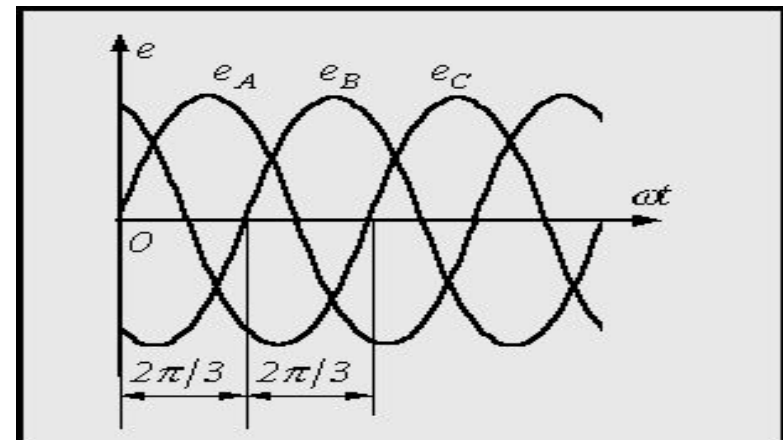
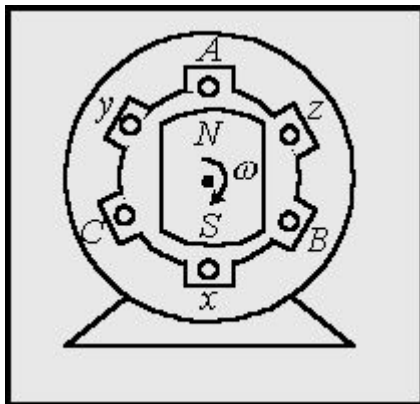
- Трехфазной называется электрическая цепь, в ветвях которой действуют три одинаковые по амплитуде синусоидальные ЭДС, имеющие одну и ту же частоту, сдвинутые по фазе одна относительно другой на угол  $2\pi/3$ .

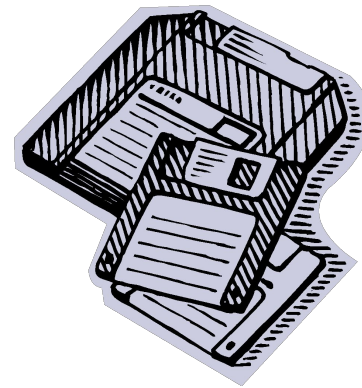


# Трехфазная электрическая цепь



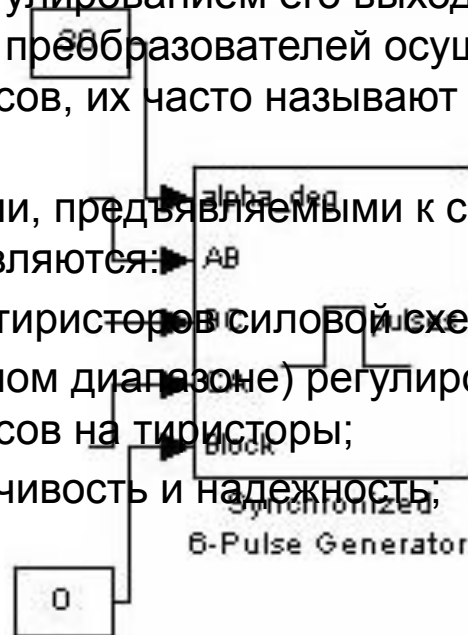
- Источником трехфазного напряжения является трехфазный генератор, на статоре которого размещена трехфазная обмотка. Фазы этой обмотки располагаются таким образом, чтобы их магнитные оси были сдвинуты в пространстве друг относительно друга на  $2\pi/3$  эл. рад. На рис. каждая фаза статора условно показана в виде одного витка.



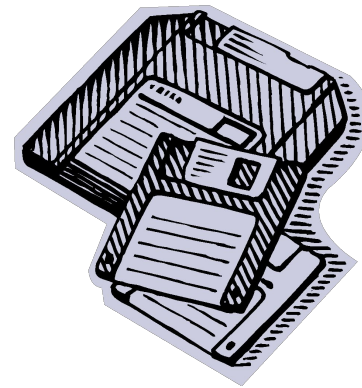


# Система импульсно-фазового управления

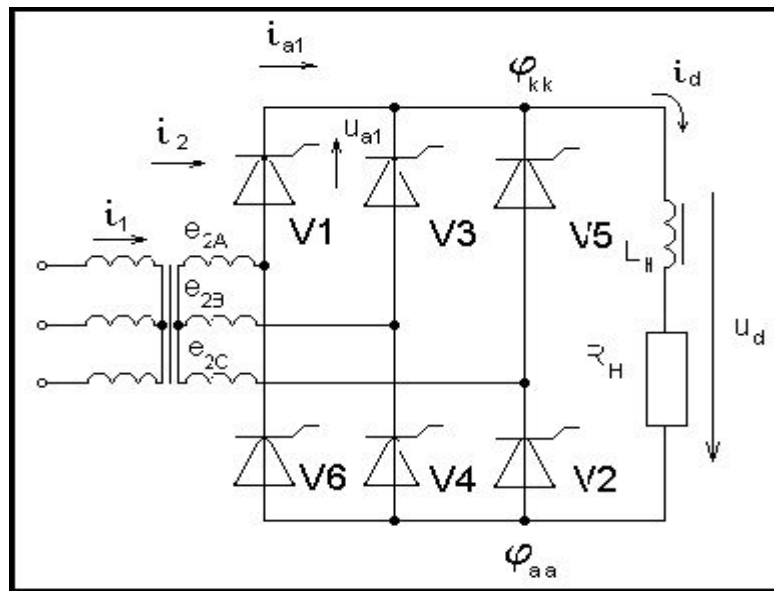
- Система управления (СУ), обеспечивающая подачу отпирающих импульсов на тиристоры преобразователя решает комплекс задач, связанных с формированием и регулированием его выходного напряжения. В силу того что СУ рассматриваемых преобразователей осуществляют регулирование фазы управляющих импульсов, их часто называют системами импульсно-фазового управления (СИФУ).
- Общими требованиями, предъявляемыми к системе управления преобразователем, являются:
  - ✓ надежное отпирание тиристоров силовой схемы во всех режимах ее работы;
  - ✓ плавное (в необходимом диапазоне) регулирование угла  $\alpha$  подачи управляющих импульсов на тиристоры;
  - ✓ высокая помехоустойчивость и надежность;



# Схема трехфазного мостового выпрямителя



Трехфазная мостовая схема выпрямления является наиболее распространенной в области средних и больших мощностей. Вентили схемы образуют две группы: V1, V3, V5 – катодную (у них объединены катоды), и V2, V4, V6 – анодную. Напряжение на нагрузке  $u_d(t) = \varphi_{кк} - \varphi_{аа}$ , где  $\varphi_{кк}$  – потенциал катодов вентилей катодной группы, а  $\varphi_{аа}$  – потенциал анодов вентилей анодной группы.



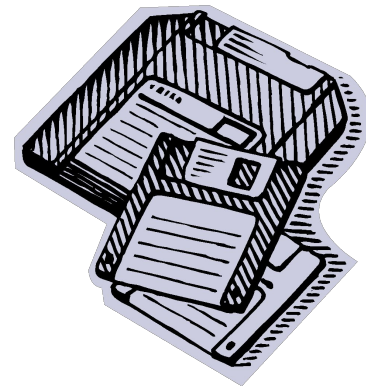


# Схема трехфазного мостового выпрямителя



Как и в трехфазном нулевом выпрямителе, в каждый момент времени ток проводит один тиристор катодной группы, у которого напряжение на аноде наиболее положительно, и один анодной группы, у которого напряжение на катоде наиболее отрицательно. Моментами естественного отпирания тиристоров катодной группы являются точки пересечения синусоид при положительных напряжениях, для тиристоров анодной группы – точки пересечения синусоид при отрицательных напряжениях. От моментов естественного отпирания отсчитывают углы управления  $\alpha$ . В момент  $\theta_1$ , например, проводит ток V1 и V2, а ток замыкается по контуру обмотка – V1 – нагрузка – V2 – обмотка. Через два проводящих тиристора нагрузка подключается на линейное напряжение, например, при работе V1 и V2 – на напряжение  $e_{ac}$ . После прекращения работы V1 и отпирания V3 к нагрузке приложено линейное напряжение  $e_{bc}$  и т. д. Таким образом, выходное напряжение имеет амплитуду, равную амплитуде линейного напряжения на обмотках трехфазной системы ЭДС.

# Схема трехфазного мостового выпрямителя



При подаче импульсов на тиристоры выпрямителя с задержкой относительно моментов естественного отпирания на угол управления  $\alpha$  в режиме непрерывного тока кривая выходного напряжения состоит из отрезков линейного напряжения на обмотках трехфазной системы ЭДС. При углах управления  $\alpha < 60^\circ$  отрицательный участок в кривой  $u_d(t)$  отсутствует и выпрямитель при любой нагрузке работает в режиме непрерывного тока. Форма тока  $i_1$ , потребляемого выпрямителем из сети имеет две важные особенности. Во – первых, ток, потребляемый выпрямителем из сети, несинусоidalен, и это характерно и для других типов выпрямителей, которые поэтому могут быть охарактеризованы как нелинейная нагрузка для питающей сети. Вторая особенность – это фазовый сдвиг первичного тока относительно напряжения сети, который характерен для всех управляемых выпрямителей.

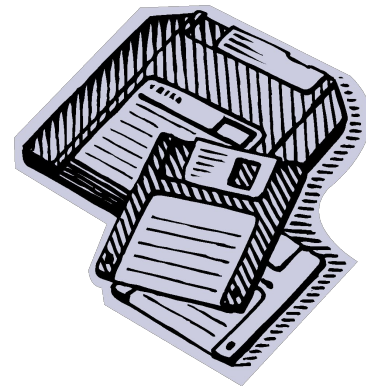
К достоинствам мостовой схемы по сравнению с нулевой схемой можно отнести малую величину и большую частоту пульсации, малую расчетную мощность и отсутствие подмагничивания трансформатора, а также вдвое меньшее по сравнению с нулевой схемой отношение  $U_{обр} / E_d$ , что позволяет получать достаточно высокие напряжения  $E_d$  при использовании тиристоров того же класса.





# Применение выпрямителей

- Выпрямители средней и большой мощности находят применение для питания постоянным током различных промышленных объектов и установок. Совместно с ведомыми инверторами их используют для питания сети постоянного тока городского и железнодорожного транспорта, в линиях передач постоянного тока, а также в реверсивных тиристорных преобразователях, предназначенных для работы на двигатель постоянного тока.
- Преобразователи переменного напряжения используют для регулирования мощности электропечей сопротивления, ламп накаливания и люминесцентных ламп, сварочных аппаратов, асинхронных электродвигателей, выпрямителей на особо большие токи и напряжения, а также в других случаях.



# Применение выпрямителей

- Выпрямители средней и большой мощности выполняют преимущественно по многофазным схемам. Применение многофазных схем снижает загрузку вентилей по току, уменьшает коэффициент пульсации и повышает частоту пульсации выпрямленного напряжения, что облегчает задачу его сглаживания. Вместе с тем существуют потребители постоянного тока, которые в силу тех или иных условий получают энергию от однофазных выпрямителей. Такие выпрямители применяют в железнодорожном транспорте на подвижном составе, электрифицированном на переменном токе. Их используют также в некоторых видах сварочных устройств, электровибраторах и т.д.
- В большинстве случаев применения выпрямителей средней и большой мощности приходится решать задачу управления средним значением выпрямленного напряжения  $U_d$ . Это обуславливается необходимостью стабилизации напряжения на нагрузку в условиях изменения напряжения питающей сети или тока нагрузки, а также регулирования напряжения на нагрузке с целью обеспечения требуемого режима ее работы (например, при управлении скоростью двигателей постоянного тока).