

Магнитные усилители в металлообрабатывающих станках

Магнитный усилитель коммутирует электрическую цепь тока изменением в широких пределах своего индуктивного электрического сопротивления, величина которого зависит от степени насыщения магнитопровода.

Магнитные усилители нашли широкое применение в электроприводах металлорежущих станков из-за их надежности и большого срока службы (он считается одним из самых надежных элементов систем автоматики), отсутствия подвижных частей, возможности исполнения магнитных усилителей мощностью от долей ватта до сотен киловатт, большой прочности и стойкости по отношению к вибрациям и ударной нагрузке. Кроме этого у благодаря магнитным усилителям можно легко осуществить суммирование сигналов. Они имеют большой коэффициент усиления. В магнитных усилителях отсутствует электрическая связь между входными и выходными цепями.



Принцип действия магнитного усилителя основан на использовании нелинейности кривой намагничивания ферромагнитного материала. При намагничивании постоянным током сердечник усилителя насыщается и индуктивность рабочих обмоток переменного тока усилителя уменьшается. Рабочие обмотки обычно включаются последовательно с нагрузкой. Поэтому напряжение, которое до насыщения сердечника было приложено к рабочим обмоткам усилителя в момент насыщения, прикладывается к нагрузке.

Ток нагрузки регулируют изменением тока в обмотке подмагничивания магнитного усилителя. Обмотка смещения служит для создания начального подмагничивания, необходимого для того чтобы ток в нагрузке изменялся различным образом в зависимости от знака полярности сигнала управления, а также для выбора точки на прямолинейном участке характеристики. Обмотка обратной связи предназначена для получения требуемой формы выходных характеристик.

Конструктивно магнитный усилитель представляет собой сердечник из листового ферромагнитного материала, на который намотаны обмотки переменного и постоянного тока. Для устранения наводок э. д. с. переменного тока цепи обмоток постоянного тока обмотки переменного тока намотаны отдельно на сердечниках, а обмотки постоянного тока охватывают оба сердечника.

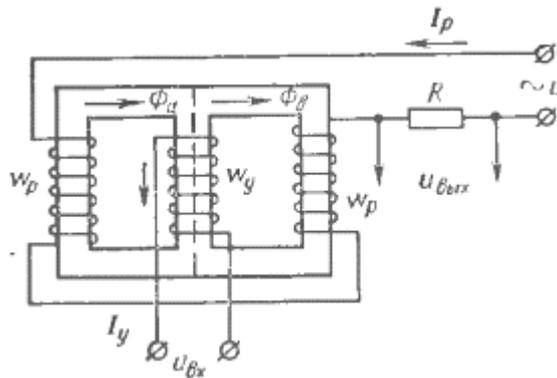


Схема простейшего магнитного усилителя

Магнитный усилитель может иметь несколько обмоток управления. В этом случае в рабочем режиме ток в нагрузке будет определяться суммарным током управления. То есть он может быть использован как сумматор электрических сигналов не связанных между собой (суммируются постоянные сигналы).

Магнитные усилители могут быть как нереверсивные, так и реверсивные. В нереверсивных магнитных усилителях изменение полярности сигнала управления не вызывает изменения фазы и знака тока нагрузки.

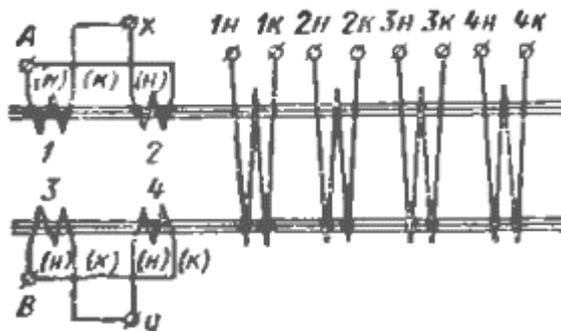
Сердечники магнитных усилителей изготавливают как из трансформаторной стали, так и из пермаллоя, причем трансформаторную сталь применяют при мощности магнитного усилителя, большей 1 Вт. Величина магнитной индукции в сердечнике из трансформаторной стали достигает 0,8 - 1,0 Т. Коэффициент усиления таких магнитных усилителей составляет от 10 до 1000.

Пермаллой применяют в магнитных усилителях, мощность которых меньше 1 В. Прямоугольный характер петли гистерезиса для пермаллоя позволяет получить коэффициент усиления от 1000 до 10 000 и выше.

Сердечник магнитного усилителя шихтуют из отдельных пластин, как сердечники дросселей или трансформаторов. Широкое распространение получили магнитные усилители на тороидальных сердечниках, которые, несмотря на технологические трудности их изготовления, обладают целым рядом преимуществ и первое из них - отсутствие воздушных зазоров, что улучшает характеристики магнитного усилителя.

Широко распространены следующие схемы магнитных усилителей: однотактные и двухтактные, реверсивные и нереверсивные, однофазные и многофазные.

В металлорежущих (и не только металлорежущих) станках можно встретить очень большое разнообразие конструкций магнитных усилителей: однофазные серии УМ-1П, трехфазные серии УМ-3П, собранные на шести П-образных сердечниках из стали марки Э310, однофазные серии ТУМ на тороидальном сердечнике, блоки магнитных усилителей серии БД, содержащие, кроме магнитных усилителей, понижающие трансформаторы, диоды и резисторы, собранные на одной панели. Системы электропривода могут быть построены на любых усилителях из этих серий.



Обмоточная схема магнитного усилителя УМ-1П

Кроме этого часто на различных станках применяются комплектные приводы с магнитными усилителями и двигателями постоянного тока, например очень распространенный привод с магнитными усилителями ПМУ. Но об этом мы обязательно поговорим следующий раз. Кроме этого, в следующем посте остановимся на методах наладки магнитных усилителей, затронем и ряд других вопросов, интересных всем кто постоянно сталкивается или собирается в будущем столкнуться в работе с магнитными усилителями.

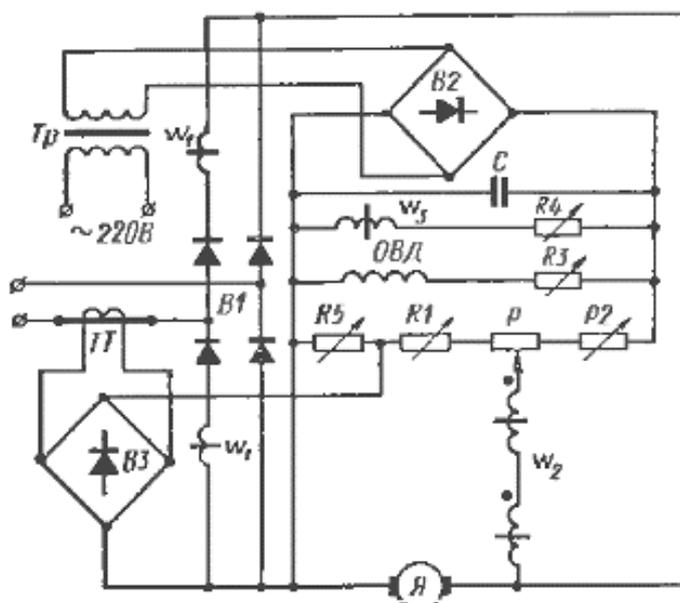
Комплектные электроприводы с магнитными усилителями

Несмотря на то, что в современном электроприводе с успехом используются статические преобразователи (тиристоры, силовые транзисторы, IGBT-модули), на наших промышленных предприятиях все еще очень часто можно встретить электродвигатели и генераторы постоянного тока, работающие в комплекте с магнитными усилителями.

Магнитные усилители самое широкое распространение получили в промышленном оборудовании еще в 50-х годах. В целом, в эпоху полупроводниковой техники существовала следующая тенденция – асинхронный и синхронный (для больших мощностей) привод применялся в нерегулируемом электроприводе и привод постоянного тока с электромашинным или статическим (тиристорный или ртутный выпрямители, магнитный усилитель) для регулируемого.

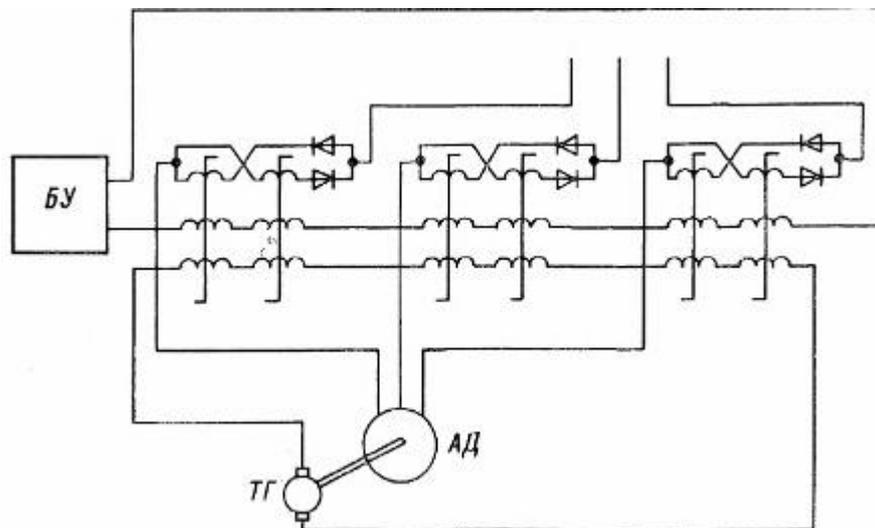
В настоящее время наиболее часто можно на отечественных предприятиях в схемах электрооборудования станков, машин и установок можно встретить комплектные электроприводы постоянного тока с магнитными усилителями серии ПМУ.

ПМУ - привод с магнитными усилителями и селеновыми выпрямителями. Диапазон регулирования скорости двигателя 10:1. Регулирование производится изменением напряжения на якоре вниз от номинальной частоты вращения двигателя. Система регулирования автоматическая с обратной связью по э. д с. двигателя, без тахогенератора и промежуточного усилителя. Мощность привода от 0,1 до 2 кВт. Привод предназначен для выпрямленного напряжения на выходе моста составляет от 340 до 380 В. Для получения достаточно жестких характеристик привода в схему введены отрицательные обратные связи по току и напряжению.



которая осуществляется с помощью тахогенератора и промежуточного полупроводникового усилителя. Частота вращения двигателя регулируется изменением напряжения на якоре.

Кстати, магнитные усилители могут быть также использованы для регулирования напряжения на зажимах асинхронного двигателя, а также в качестве бесконтактных пускателей.



Система магнитный усилитель-асинхронный двигатель