

СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА



Ц76  
0-572

11/15 74

13 - 7561

Б.Д.Омельченко, Я.М.Узаков

624 / 2-74

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ  
ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ

**1973**

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

13 - 7561

Б.Д.Омельченко, Я.М.Узаков

ПРИМЕНЕНИЕ МАГНИТНЫХ УСИЛИТЕЛЕЙ  
ДЛЯ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОСТОЯННЫХ ТОКОВ

Объединенный институт  
ядерных исследований  
БИБЛИОТЕКА

Для стабилизации напряженности магнитного поля в зазорах электромагнитов используются системы, ведущие стабилизацию "по току". Важнейшим элементов системы стабилизации тока является измерительное устройство, которое должно иметь высокую чувствительность, малую собственную инерционность, большой срок службы и линейность характеристики вход-выход в рабочем диапазоне. На циклотроне У-150-2 в течение 2 лет используются пять систем стабилизации с магнитным датчиком тока по схеме<sup>1/</sup>. Эта схема ввиду большой постоянной времени магнитного усилителя имеет два контура стабилизации и, следовательно, два элемента (потенциометра) для регулирования величины тока. С целью упрощения схемы регулирования предлагается использовать в качестве измерительного устройства магнитные усилители в режиме трансформатора постоянного тока. Его чувствительность и линейность характеристики вход-выход зависят от схемы соединения обмоток и ее параметров.

В данной статье описывается мостовая схема измерительного устройства для стабилизации тока 600А. В мостовой схеме соединения нагрузочных обмоток усилителей для получения линейной зависимости вход-выход используется левая ветвь регулировочной характеристики. В этом режиме для магнитных усилителей любых серий<sup>2/</sup> при изменении тока управления  $I_1$  от точки А на рис. 1 до точки В с координатами  $I_{2\text{ ср}} = 0,87$ ;  $I_1 = 1,74$ , строго соблюдается равенство:

$$I_{2\text{ ср.}} = 0,5 I_1 ,$$

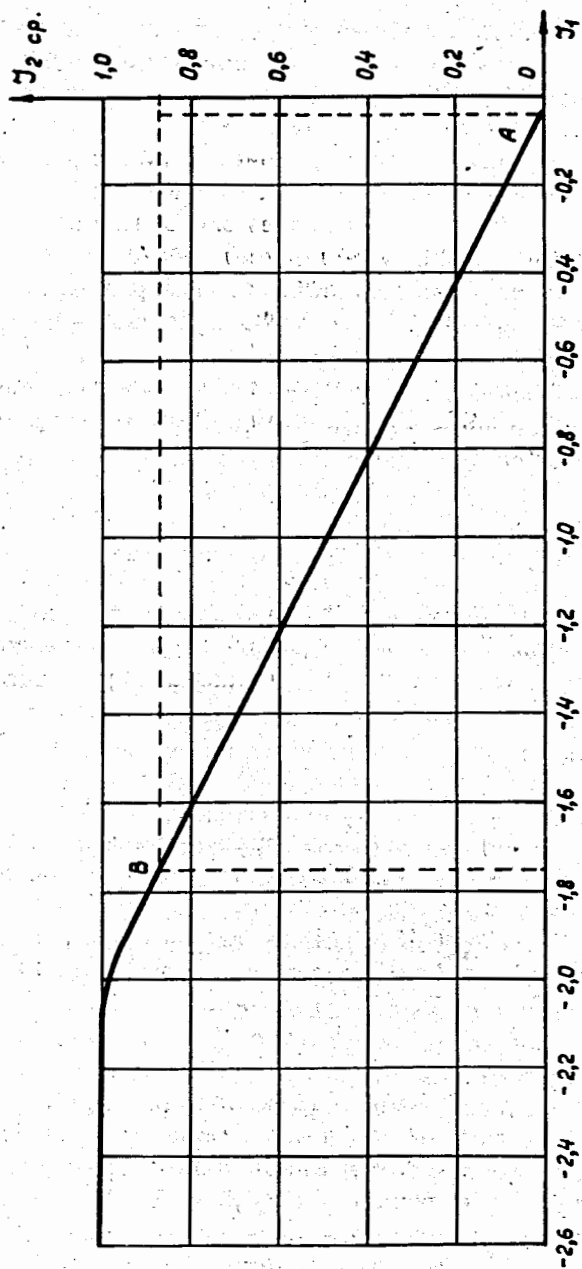


Рис. 1. Обобщенная характеристика левой ветви зависимости вход-выход однофазного магнитного усилителя. Нагрузочные обмотки соединены по мостовой схеме.

где  $I_2 \text{ ср.}$  - среднее значение тока нагрузки магнитного усилителя в относительных единицах по обобщенной характеристике;  $I_1$  - ток управления в относительных единицах по обобщенной характеристике.

Обобщенная характеристика на рис. 1 для серии магнитных усилителей типа ТУМ позволяет вычислить величину тока нагрузки, соответствующую заданному току управления. Для магнитного усилителя, например, ТУМ-А4-11, номинальное значение тока управления в относительных единицах  $I_{1н} = 0,03$ , а номинальные ампервитки управления равны  $9,9 \text{ АВ}^{1/2}$ .

Определим коэффициент  $K$ , равный отношению величины тока управления  $I_1$  к номинальному току управления  $I_{1н}$ .

$$K = \frac{I_1}{I_{1н}} = 58.$$

Следовательно, для получения на выходе магнитного усилителя номинального тока в режиме трансформатора постоянного тока необходимое значение ампервитков управления равно:

$$I_1 w_1 = 9,9 K = 572 \text{ АВ},$$

где  $I_1$  - ток в первичной цепи трансформатора постоянного тока;  $w_1$  - число витков первичной обмотки трансформатора постоянного тока.

Обычно первичная обмотка представляет одну шину, пропущенную через трансформатор, поэтому необходимое значение тока в первичной цепи равно:

$$I_1 = 572 \text{ А}.$$

На рис. 2 показана схема стабилизации тока с трансформатором постоянного тока, собранным по трехфазной мостовой схеме. Переменное напряжения питания стабилизируется с точностью  $\pm 0,5\%$ . Для уменьшения влияния колебаний напряжения и частоты питающей сети применена отрицательная обратная связь по току

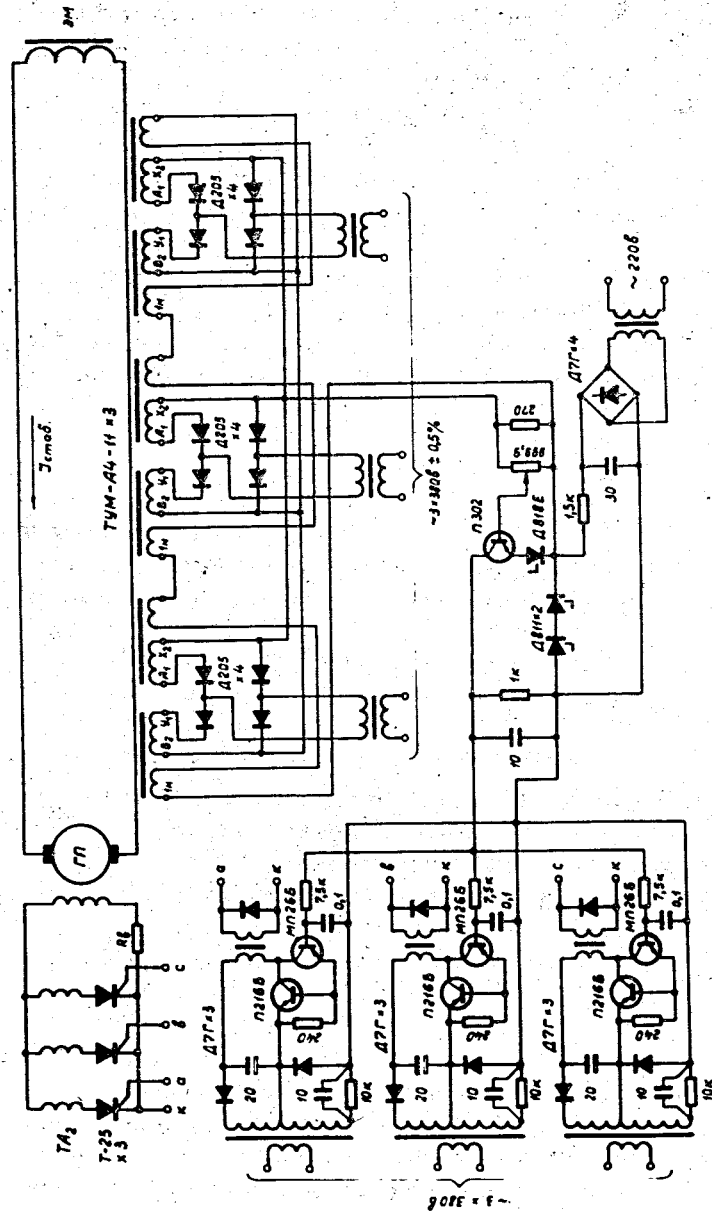


Рис. 2. Принципиальная схема стабилизации тока.  
ЭМ - обмотка электромагнита, ГП - генератор постоянного тока.

нагрузки усилителей. Введение отрицательной обратной связи позволяет также в зависимости от глубины обратной связи расширить диапазон стабилизируемого тока. Для идеального трансформатора<sup>/3/</sup> с отрицательной обратной связью можно написать следующее уравнение:

$$I_2 w_2 = I_1 w_1 - I_2 w_3,$$

где  $I_1$ ;  $I_2$  - соответственно токи в первичной и вторичной цепях;  $w_1$ ;  $w_2$  - соответственно число витков первичной и вторичной обмотки;  $w_3$  - число витков обмотки обратной связи.

Отсюда

$$I_1 = I_2 \frac{w_2 + w_3}{w_1}.$$

Для введения отрицательной обратной связи используются обмотки  $I_H$ ;  $I_K$  магнитных усилителей, как показано на рис. 2. Необходимо отметить, что мостовую схему трансформатора постоянного тока и отрицательную обратную связь нельзя применять в схемах с изменением направления первичного тока. Напряжение с выхода трансформатора постоянного тока подается на транзисторный усилитель на триоде П-302. Выход усилителя подается на вход тиристорного выпрямителя<sup>/4/</sup>.

Регулирование величины тока стабилизации осуществляется потенциометром-датчиком Р-317 сопротивлением 999,9 ом.

Ввиду того, что инерционность трансформатора постоянного тока очень мала, система стабилизации выполнена по одноконтурной схеме. Устойчивость системы регулирования подбирается величиной емкости, включенной параллельно выходу транзисторного усилителя. Получена стабильность тока  $\pm 0,02 + 0,03\%$  в течение 6-8 час.

В течение одного года эксплуатируются две системы стабилизации тока магнитов СП-90.

Работа выполнена в плане сотрудничества Лаборатории высоких энергий ОИЯИ с Институтом ядерной физики АН Узб.ССР.

### Литература

1. Б.Д.Омельченко. Применение магнитных усилителей для измерения и стабилизации больших постоянных токов. ПТЭ, №3, 156 (1969).
2. С.С.Ройзен; Т.Х.Стефанович. Магнитные усилители в электроприводе и автоматике. стр. 77, 495. Энергия, 1970 г.
3. Ю.Г.Толстов. Измерительные трансформаторы постоянного тока. стр. 68, Госэнергоиздат, 1951 г.
4. И.Л.Каганов. Промышленная электроника, стр. 509. "Высшая школа", Москва, 1968 г.

Рукопись поступила в издательский отдел  
21 ноября 1973 года.