

## БЕСКОЛЛЕКТОРНЫЙ ЭМУ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

А. И. СКОРОСПЕШКИН, Э. Н. ПОДБОРСКИЙ

(Рекомендована семинаром кафедр электрических машин и общей электротехники)

Современный уровень развития полупроводников позволяет разрабатывать бесколлекторные электромашинные усилители. Схема такого усилителя приведена на рис. 1. Принцип работы его дан в [1]. Отличие данного усилителя от БЭМУ, приведенного в [1], состоит в том, что для компенсации поперечной составляющей реакции якоря от тока нагрузки применена обмотка  $W_{pq}$ , она сдвинута на 90 электрических градусов относительно обмотки  $W_{p2}$  и питается постоянным током, величина которого пропорциональна току нагрузки.

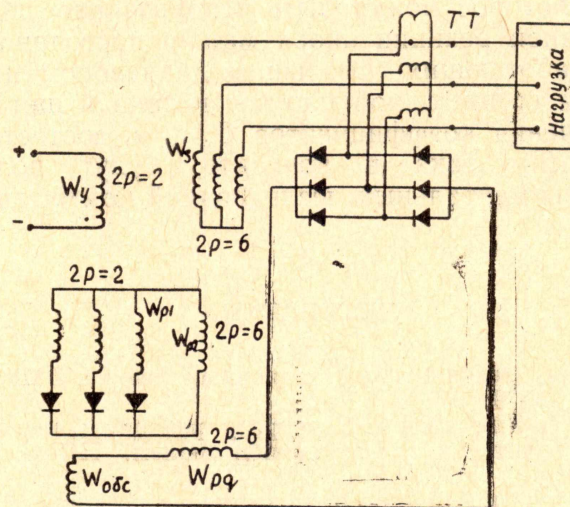


Рис. 1.

Нами изготовлена модель и проведено исследование основных характеристик усилителя: внешних, коэффициента усиления, быстродействия. При линейной обратной связи по току при активной нагрузке без компенсации поперечной составляющей реакции якоря внешние характеристики представлены на рис. 2 (кривые 1, 2). Нелинейность характеристик объясняется тем, что при активной нагрузке реакция якоря направлена по поперечной оси, а обратная связь по току увеличивает поток по продольной оси.

Если считать, что параметры усилителя постоянны, а ток, напряжение и э. д. с. изменяются во времени по синусоидальному закону, то напряжение на выходе усилителя будет равно:

$$U_s = \sqrt{\left(E_{s0} + R_{ad} \frac{W_{ocd}}{W_y} K_{ocd} I_s\right)^2 + \left(R_{aq} K_{ocq} I_s\right)^2 - I_s^2 \left(X_{cx} \cos \varphi - r_s \sin \varphi\right)^2 - I_s X_{cx} \sin \varphi - I_s r_s \cos \varphi}, \quad (1)$$

где  $E_{s0}$  — э.д.с. фазы при холостом ходе,

$R_{ad} = \frac{E_{s0}}{I_y}$  — сопротивление намагничивания по продольной оси,

$I_{ocd} = K_{ocd} I_s$  — ток в обмотке обратной связи по продольной оси,

$R_{aq}$  — сопротивление намагничивания по поперечной оси,

$K_{ocq} \cdot I_s$  — ток в обмотке компенсации по поперечной оси,

$X_{cx}$  — синхронное индуктивное сопротивление выходной обмотки,

$W_{ocd}$  — число витков в обмотке обратной связи по продольной оси,

$W_y$  — число витков в обмотке управления,

$r_s$  — активное сопротивление выходной обмотки.

При полной поперечной компенсации

$$R_{aq} K_{ocq} = (X_{cx} \cos \varphi - r_s \sin \varphi).$$

В этом случае уравнение внешней характеристики значительно упрощается и принимает вид

$$U_s = E_{s0} + R_{aq} \frac{W_{ocd}}{W_y} K_{ocd} I_s - I_s X_{cx} \sin \varphi - I_s r_s \cos \varphi. \quad (2)$$

При активной нагрузке  $\cos \varphi = 1$ , поэтому продольная компенсация не нужна. В этом случае получаем

$$U_s = E_s - I_s r_s. \quad (3)$$

Для этого случая была получена внешняя характеристика, представленная на рис. 2 прямой 3. Таким образом, при полной компенсации поперечной составляющей реакции якоря внешняя характеристика получается линейной.

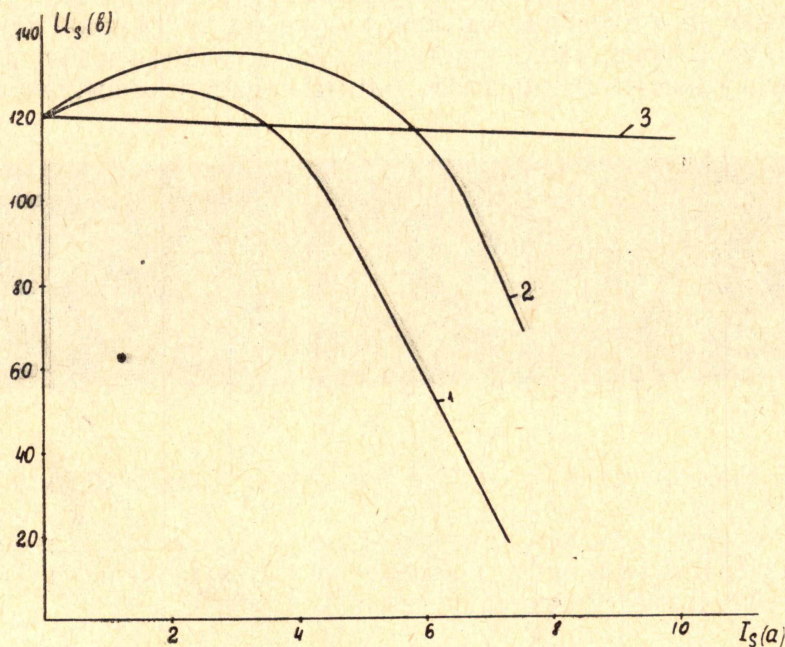


Рис. 2.

Коэффициент усиления является одним из важнейших показателей усилителя и оценивается отношением мощностей выхода и входа.

$$K_y = \frac{E_{so}^3 I_s + R_{ad} \frac{W_{ocd}}{W_y} K_{ocd} I_s^2 \frac{X_{cx}}{X_{cxo}} s - X_{cx} \sin \varphi I_s^2 - r_s \cos \varphi I_s^2}{U_y \cdot I_y} \quad (4)$$

На рис. 3 представлены зависимости коэффициента усиления от тока нагрузки, соответствующие кривым рис. 2. Полученный коэффициент усиления (свыше 500) может быть увеличен при оптимизации модели.

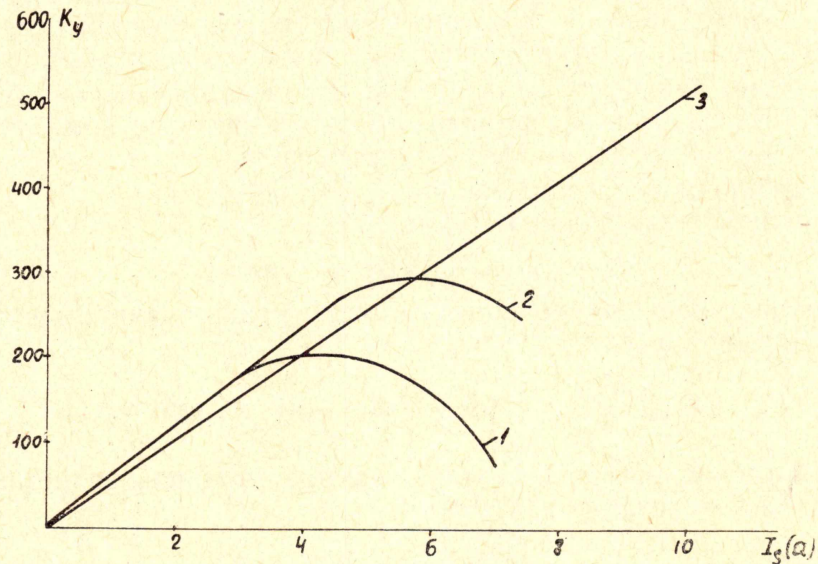


Рис. 3

Быстродействие бесколлекторного ЭМУ определяет его работоспособность в динамических режимах.

На рис. 4 представлена осциллограмма нарастания тока в обмотке управления при внезапном включении ее на постоянное напряжение (кривая 1), осциллограмма нарастания тока в обмотке возбуждения второго каскада (кривая 2) и осциллограмма нарастания выходного напряжения.

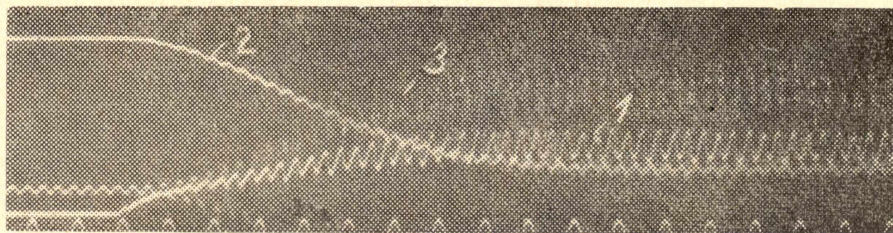


Рис. 4

Постоянная времени, определенная экспериментальным путем, равна  $T = 0,1$  сек.

Таким образом, представленный усилитель может обеспечить требуемые характеристики и найти применение в промышленности как источник повышенной частоты со свойствами усилителя.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Скороспешкин, Э. Н. Подборский, Э. Ф. Оберган. Бесколлекторный электромашинный усилитель. Известия ТПИ, том 145, 1966.