

## СИСТЕМА ЧАСТОТНОГО РЕВЕРСИРОВАНИЯ СИНХРОННО-ГИСТЕРЕЗИСНОГО ГИРОДВИГАТЕЛЯ

Б. П. СОУСТИН, Ю. А. ШУРЫГИН

(Представлена научно-техническим семинаром НИИ АЭМ)

Современные достижения в технике развития подвижных аппаратов для космических, научных, военных и хозяйственных целей ставят высокие требования к системам инерциальной навигации. Для уменьшения некоторых стационарных и случайных ошибок используются различные автокомпенсационные методы, например, реверсирование кинетического момента  $H$  [1]. При работе на участке  $t_1-t_2$  (рис. 1)  $H$  дол-

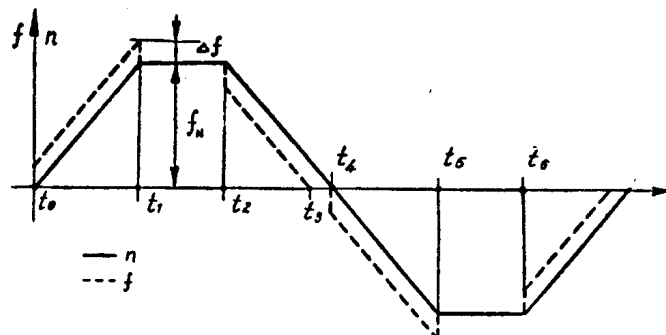


Рис. 1

жен иметь высокую стабильность (до 0,005%). Участок реверсирования  $t_2-t_5$  необходимо получить минимальным при неизменных потерях. Эти условия могут быть реализованы только при использовании статических преобразователей с частотным управлением, которые позволяют стабилизировать выходные параметры с высокой степенью точности и изменять их по любому закону вплоть до ступенчатого.

В исследуемой системе управления синхронногистерезисным гиromотором статический преобразователь выполнен по принципу ступенчатой аппроксимации синусоидального напряжения [2], форма которого остается неизменной во всех режимах управления, и содержит только гармоники, кратные  $12k \pm 1$ , при клирфакторе не более 11%. Низкие гармоники напряжения 11 и 13 создают пульсирующий момент с 12-кратной частотой пульсации, который при большом моменте инерции ротора вызывает пульсации скорости порядка 0,0001%. Постоянство гар-

монического состава предполагает постоянство потерь от высших гармоник по всему диапазону частот при стабилизации тока двигателя.

Блок-схема статического преобразователя представлена на рис. 2 и включает: ГПИ — генератор прямоугольных импульсов, ФТИ — формирователь тактовых импульсов, П — прерыватель, КПС — кольцевую пересчетную схему, Р и УМ — расширитель и усилитель мощности импульсов управления, И<sub>1</sub> и И<sub>2</sub> — инверторы напряжения, БВТ — блок выходных трансформаторов, ЗОСТ — звено обратной связи по току, РН — регулятор напряжения, НУВ — неуправляемый выпрямитель, ПрУ — про-

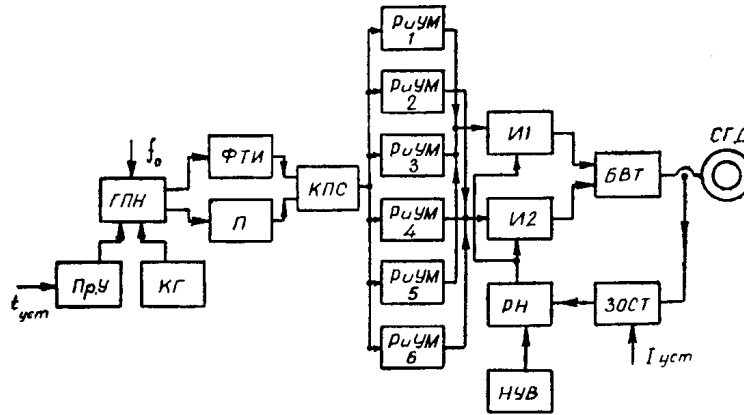


Рис. 2

граммное устройство, КГ — кварцевый генератор. Центральным звеном преобразователя является задающий генератор ЗГ, состоящий из ГПИ, ФТИ, П, КПС, РиУМ и управляющий работой двух трехфазных мостовых инверторов напряжения со сдвигом в  $30^\circ$  эл. ГПИ выполнен по схеме магнитотристорного мультивибратора с частотой  $\pm 12(\Delta f \div \div f_N + \Delta f)$ . В ФТИ прямоугольное напряжение ГПИ преобразуется в тактовые импульсы, которые управляют кольцевой пересчетной схемой. Так как КПС выполнена на феррит-тиристорных ячейках, то для выключения тиристоров служит прерыватель П. Кольцевой счетчик состоит из 12 ячеек, выходное напряжение каждой ячейки представляет из себя узкий импульс с частотой в 12 раз меньше частоты ГПИ. Эти импульсы подаются на расширители, выполненные на симметричных триггерах с отдельным входом. На выходе расширителей формируются импульсы длительностью  $180^\circ$  со сдвигом относительно друг друга на  $30^\circ$ . Импульсы с П и УМ поступают на силовые транзисторы двух инверторов И<sub>1</sub> и И<sub>2</sub>. Вторичные обмотки БВТ соединены так, чтобы суммировать разность напряжений двух фаз одного инвертора с напряжением одной фазы другого. На рис. 3 приведены осциллограммы напряжения и тока, снятые при частоте 500 гц. В функции канала стабилизации тока, состоящего из ЗОСТ и РН, обратная связь построена на принципе измерения среднего значения. Импульсный регулятор дает возможность менять напряжение неуправляемого выпрямителя НУВ в диапазоне от  $0,1 U_N$  до  $U_N$ . В момент реверсирования уменьшение частоты на  $\Delta f$  приводит к

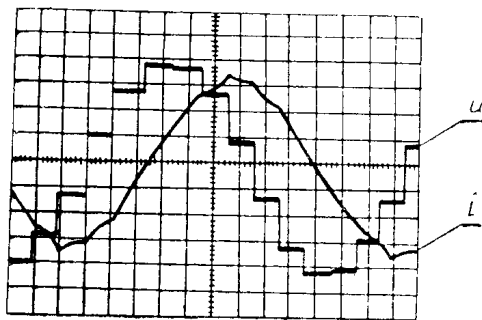


Рис. 3

уменьшению среднего значения тока двигателя. Импульсный регулятор дает возможность менять напряжение неуправляемого выпрямителя НУВ в диапазоне от  $0,1 U_N$  до  $U_N$ . В момент реверсирования уменьшение частоты на  $\Delta f$  приводит к

кратковременному броску тока, т. е. перевозбуждению двигателя, и возникновению дополнительного асинхронного генераторного момента. Далее частота статического преобразователя изменяется по такому закону, чтобы на участке  $t_2-t_3$   $\Delta f = \text{const}$ . Для сохранения линейности изменения скорости вращения ротора и поддержания постоянства потерь на участке  $t_3-t_4$  используется динамическое торможение. На участке  $t_4-t_5$  происходит разгон в противоположную сторону. В момент  $t_4$  также происходит скачок частоты на величину  $\Delta f$ , что способствует возникновению дополнительного асинхронного двигательного момента. В момент времени  $t_5$ , когда скорость ротора достигнет номинальной, генератор прямоугольных импульсов ГПИ синхронизируется кварцевым генератором КГ с точностью поддержания частоты  $\pm 0,005\%$ . Превышение частоты на  $\Delta f$  над номинальной в момент  $t_5$ , как показали экспериментальные исследования, уменьшает время вхождения в синхронизм. В режиме реверсирования стабильность тока статора  $\pm 1\%$ .

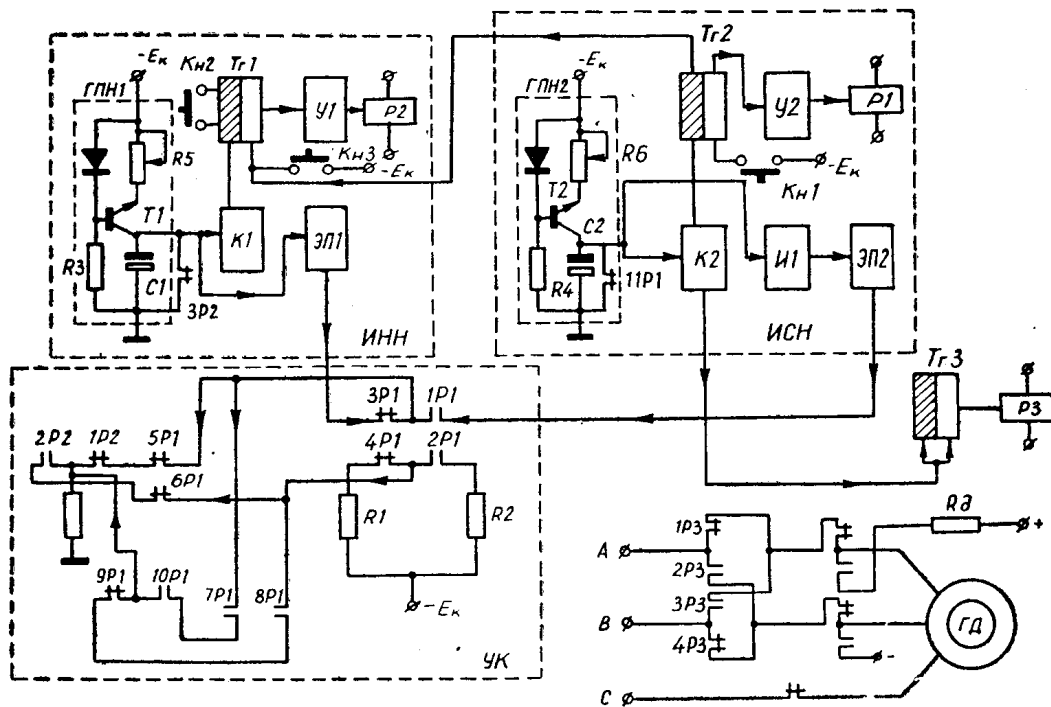


Рис. 4

Изменение частоты и переключения производится программным устройством ПрУ, функциональная схема которого приведена на рис. 4 и состоит из трех основных блоков: источника нарастающего напряжения, источника спадающего напряжения и узла коммутации. Частота ГПИ пропорциональна нарастающему (спадающему) напряжению, поступающему с программного устройства. Вырабатываются эти сигналы генераторами пилообразного напряжения ГПИ1 и ГПИ2. Отключение ПрУ (точка  $t_1$ , рис. 1) при нарастании частоты до  $f_N + \Delta f$  происходит с помощью компаратора К, триггера Тг1, усилителя У1 и реле Р2. Эмиттерные повторители ЭП1 и ЭП2 служат для согласования выходного сопротивления ГПИ с нагрузкой. С помощью резистора  $R_5$  ( $R_6$ ) можно изменять время нарастания (спадания) частоты в интервале от 30 сек до 10 мин. Линейность пилообразного напряжения достигается за счет заряда конденсатора постоянным током. Источник спадающего напря-

жения работает аналогично, но затем нарастающий сигнал инвертируется. К2, Т<sub>г2</sub>, У2 и Р1 осуществляют коммутацию схемы в момент времени  $t_4$  (рис. 1). Кнопки Кн1 и Кн2 служат для получения исходного состояния схемы, Кн3 — для запуска программного устройства. Триггер со счетным входом Тг3 и реле Р3 осуществляют переброску фаз А и В при реверсировании.

Созданный макет статического преобразователя был испытан и показал высокие эксплуатационные качества.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Инерционная навигация. Под ред. К. Ф. О'Доннелла. «Наука», 1969.
  2. В. Н. Ловушкин. Транзисторные преобразователи постоянного напряжения. «Энергия», 1967.
-