

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-

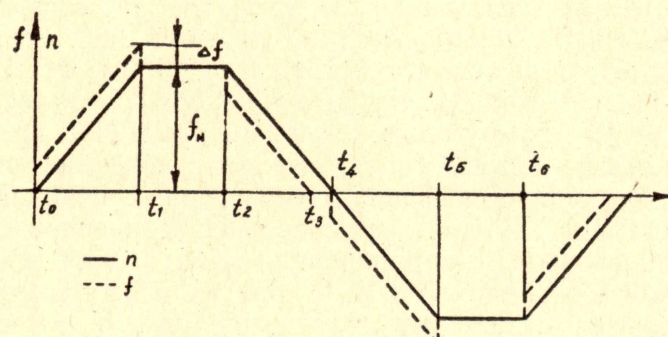
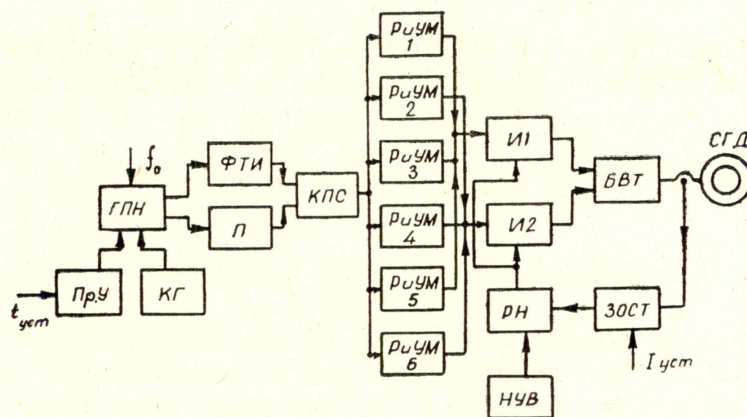


Рис. 1

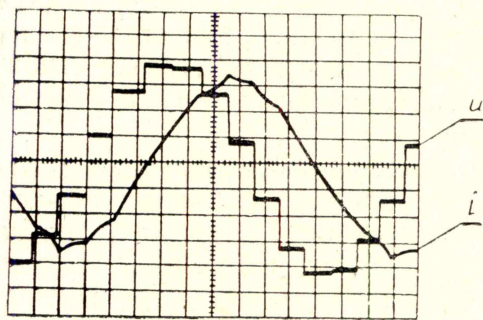
жен иметь высокую стабильность (до $0,005\%$). Участок реверсирования $t_2—t_5$ необходимо получить минимальным при неизменных потерях. Эти условия могут быть реализованы только при использовании статических преобразователей с частотным управлением, которые позволяют стабилизировать выходные параметры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

В исследуемой системе управления синхронногистерезисным гиромотором 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-

Блок-схема статического преобразователя представлена на рис. 2 и включает: ГПТ — генератор прямоугольных импульсов, ФТИ — формирователь тактовых импульсов, П — прерыватель, КПС — кольцевую пересчетную схему, Р и УМ — расширитель и усилитель мощности импульсов управления, И₁ и И₂ — инверторы напряжения, БВТ — блок выходных трансформаторов, ЗОСТ — звено обратной связи по току, РН — регулятор напряжения, НУВ — неуправляемый выпрямитель, ПрУ — про-



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° эл. ГПИ выполнен по схеме магнитотранзисторного 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 тиристорov 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 раздельным входом. На выходе расширителей формируются импульсы длительностью 180° со сдвигом относительно друг друга на 30° . Импульсы с П и УМ поступают на силовые транзисторы двух инверторов I_1 и I_2 . Вторичные обмотки БВТ соединены так, чтобы суммировать разность напряжений двух фаз одного инвертора с напря-



жением 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 Δf 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 Δf , 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 Δf над номинальной в момент t_5 , как показали экспериментальные исследования, уменьшает время вхождения в синхронизм. В режиме реверсирования стабильность тока статора $\pm 1\%$.

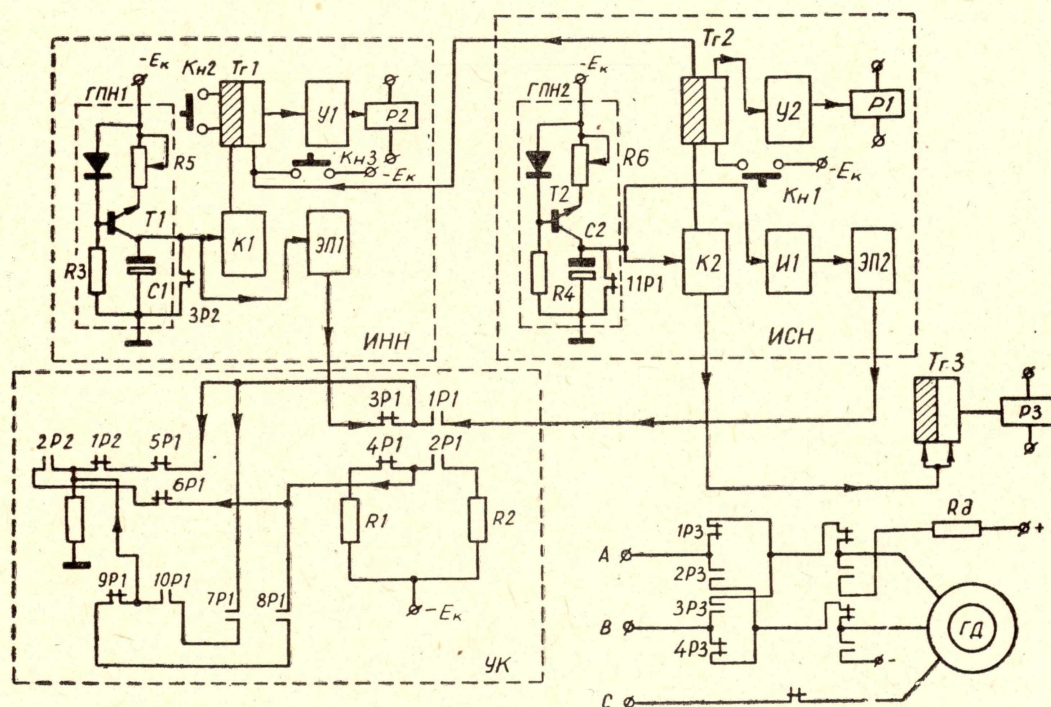


Рис. 4

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 Tr1, усилителя У1 и реле Р2. Эмиттерные повторители ЭП1 и ЭП2 служат для согласования выходного сопротивления ГПИ с нагрузкой. С помощью резистора R_s (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_{г2}, 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.
-