

На рис. 2 приведена схема, являющаяся транзисторным аналогом описанного генератора. К сожалению, подобные устройства, успешно работая на дискретных частотах (или в узких интервалах частот), не могут работать в широком непрерывном частотном диапазоне, поскольку с изменением частоты меняется резонансное сопротивление контура и соответственно запас самовозбуждения, что приводит к ухудшению их метрологических характеристик. Значение верхней граничной частоты лимитируется длительностями переходных процессов в опорных диодах и составляет 50—100 кГц. Применение термокомпенсированных диодов типа Д818Е (их необходимо включать встречно и не последовательно, а параллельно) позволяет получить весьма малую нестабильность напряжения $U_{вых}$ от температуры.

Поступило в редакцию
14 февраля 1967 г.,
окончательный вариант —
5 мая 1967 г.

УДК 621.317.39 : 531.77

В. И. САГУНОВ

(Горький)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ ОБОРОТОВ АСИНХРОННЫХ ГИРОСКОПИЧЕСКИХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЗАКРЫТОГО ТИПА

При создании автоматизированных средств контроля гироскопического оборудования появляется необходимость в измерении максимальных оборотов гироскопических двигателей закрытого типа. Известны фотоэлектрические методы измерения оборотов двигателей [1], но к гироскопическим двигателям закрытого типа они неприменимы, так как доступ к ротору не возможен из-за наполнения корпуса гироскопического устройства газом или жидкостью.

Предлагается устройство, в котором для измерения оборотов асинхронных гироскопических двигателей закрытого типа доступа к ротору не требуется. Принцип работы устройства основан на выделении э. д. с. частоты зубцовых гармонических составляющих [2] с помощью избирательного усилителя.

Частота э. д. с. зубцовых гармонических составляющих определяется из выражения

$$f = \frac{z n}{60}, \quad (1)$$

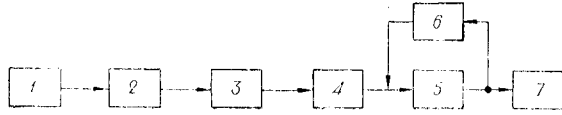
где z — число зубцов ротора двигателя; n — число оборотов двигателя.

Блок-схема устройства показана на рисунке. Основными элементами блок-схемы являются: асинхронный гироскопический двигатель 1, трансформатор с ферритовым сердечником 2, усилитель 3, фильтр 4, усилитель 5, фильтр 6, релейный элемент 7.

Выделение частоты э. д. с. зубцовых гармонических составляющих производится с помощью токового трансформатора 2, фильтров 4 и 6. Первичная обмотка трансформатора включается в разрыв одной из фаз питания двигателя, а вторичная на вход усилителя 3. Усиленный сигнал с усилителя 3 поступает в фильтр 4, с помощью которого пропускается частота э. д. с. зубцовых гармонических составляющих и задерживаются основная частота питающего напряжения и ее высшие гармоники. С выхода фильтра 4 сигнал поступает на усилитель 5, в цепи отрицательной обратной связи которого стоит Т-образный фильтр 6. Фильтр 6 настраивается на резонансную частоту, несколько большую, чем частота э. д. с. зубцовых гармонических составляющих, чтобы работа устройства происходила на линейном участке частотной характеристики усилителя 5 с фильтром 6. При достижении максимальных оборотов на выходе усилителя 5 появляется определенное напряжение, на которое настраивается срабатыва-

ние релейного элемента 7, контакты которого включают цепь соответствующей сигнализации.

В статорную цепь двигателя включена первичная обмотка трансформатора 2, что в общем случае увеличивает относительные продольные параметры статорной цепи, а это, в свою очередь, вызывает несимметрию цепей двигателя, и свойства двигателя могут изменяться. Поэтому необходимо, чтобы степень несимметрии статорных токов при введении в одну из фаз питания двигателя дополнительного сопротивления была минимальной. На основании [3] можно показать, что симметричные составляющие ста-



торных токов \dot{I}_1 и \dot{I}_2 при включении дополнительного сопротивления первичной обмотки трансформатора в фазу имеют значения:

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_1 (K_2 + 2)}{Z_1 (K_1 + K_2 + 1)}; \quad \dot{I}_2 = -a \frac{\dot{U}_1 (K_2 - 1)}{Z_1 (K_1 + K_2 + 1)}. \quad (2)$$

где \dot{U}_1 — фазное напряжение источника питания; Z_1 — сопротивление схем замещения прямой последовательности двигателя; a — трехфазный оператор; K_1, K_2 — коэффициенты несимметрии схем замещения прямой и обратной последовательности.

При активном сопротивлении поперечной ветви $r_m = 0$ K_1 и K_2 определяются из выражений:

$$K_1 = \frac{A_b \left(\lambda_R - j \frac{\rho_R}{s} \right) - 1}{A \left(\lambda_R - j \frac{\rho_R}{s} \right) - 1}; \quad K_2 = \frac{A_b \left(\lambda_R - j \frac{\rho_R}{2-s} \right) - 1}{A \left(\lambda_R - j \frac{\rho_R}{2-s} \right) - 1},$$

где $\lambda_R = 1 + \frac{x_R}{x_m}$ — относительное значение полного индуктивного сопротивления

в долях индуктивного сопротивления x_m поперечной ветви; $\rho_R = \frac{z_R}{x_m}$ — относительное активное сопротивление ротора;

$$A = 1 + \frac{r_s + j x_s}{j x_m}, \quad A_b = 1 + \frac{r_{b_s} + j x_{b_s}}{j x_m}$$

— коэффициенты уравнений четырехполюсников: $r_s + j x_s$ и $r_{b_s} + j x_{b_s}$ — сопротивления статорных цепей исследуемого несимметричного четырехполюсника; s — скольжение.

Таким образом, из (2) можно определить несимметрию статорных токов

$$\frac{I_1}{I_2} = \left| \frac{K_2 - 1}{K_2 + 2} \right|. \quad (3)$$

Лабораторные испытания проводились на различных типах гиromоторов. Суммарная погрешность в измерении оборотов, обусловленная несимметрией от включения измерительной цепи в разрыв одной из фаз питания гиromотора и погрешностью самой измерительной схемы, не превышала 0,5% при изменении напряжения питания устройства 115 в, 400 гц в пределах $\pm 10\%$.

ЛИТЕРАТУРА

1. М. Ф. Авдошин, Б. А. Ремизов. Автоматизация контроля и испытаний автoпилотов и их элементов. М., «Машиностроение», 1965.
2. М. П. Костенко, Л. М. Пиотровский. Электрические машины, ч. II. М., «Энергия», 1965.
3. Л. И. Столов. Механическая характеристика трехфазного асинхронного двигателя с несимметричной статорной цепью. — Электричество, 1959, № 10.

Поступило в редакцию
19 декабря 1966 г.,
окончательный вариант —
21 апреля 1967 г.