

показаны на рис. 4,а и для случая индуктивной нагрузки ($\tau = \infty$) — на рис. 4,б. Здесь $\operatorname{tg} \varphi = \omega RC$, где ω — круговая частота питающей сети; R — сопротивления нагрузки.

Показанные зависимости ограничены условием зажигания (линия АВ), в соответствии с которым в момент открывания вентиля мгновенное значение напряжения питания должно быть больше или равно напряжению на емкости. Собственная частота колебаний контура, образованного обмоткой возбуждения и емкостью, обеспечивает быстрое спадание тока возбуждения до нуля при команде на реверсирование, что значительно уменьшает зону неуправления электродвигателем при реверсе по цепи возбуждения.

Результаты расчетов по приведенным зависимостям близко совпадают с экспериментальными данными, полученными на промышленной установке.

Л и т е р а т у р а

1. Анхимюк В.Л., Михеев Н.Н., Романов В.В. Вентильный многодвигательный электропривод. Авт. свид. №350121. "Бюл. изобр." 1972, №26.
2. Иванчук Б.Н., Липман Р.А., Рувинов Б.Я. Тиристорные усилители постоянного тока. М., 1964.

Л.С. Писарик, В.В. Романов

КОНТРОЛЬ ЗАДАННОЙ ОБЛАСТИ РАБОТЫ ГЕНЕРАТОРА

В установках электропривода с автономным генератором бывает необходимо контролировать определенную область работы генератора в координатах его внешней характеристики $U = f(I)$. Рассмотрим случай, когда границами заданной области являются прямые, исходящие из начала координат (рис.1).

Задача заключается в том, чтобы обеспечить получение сигнала о выходе рабочей точки генератора за пределы области А, ограниченной лучами 1 и 2.

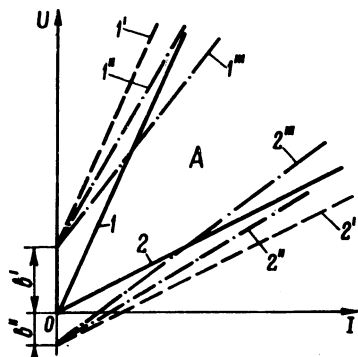


Рис. 1. Положение контролируемых устройством границ:

1, 2—заданные границы;
 1', 2', 1'', 2'', 1''', 2''' —контролируемые.

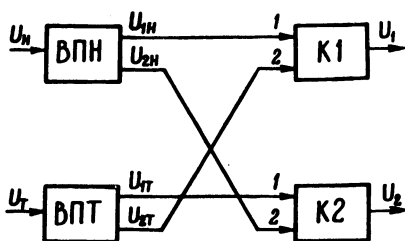


Рис. 2. Блок-схема устройства контроля.

Выполнение данной задачи можно обеспечить с помощью устройства, блок-схема которого приведена на рис. 2. Здесь ВПН и ВПТ — входные преобразователи напряжения и тока генератора, имеющие два выхода каждый.

Выходные напряжения преобразователей определяются напряжениями на их входах и соответствующими коэффициентами пропорциональности $k_{1Н}, k_{2Н}, k_{1Т}, k_{2Т}$, так что

$$U_{1Н} = k_{1Н} U_N, \quad U_{2Н} = k_{2Н} U_N, \quad (1)$$

$$U_{1Т} = k_{1Т} U_T, \quad U_{2Т} = k_{2Т} U_T. \quad (2)$$

На входы ВПН и ВПТ поданы напряжения, пропорциональные величинам напряжения U и тока I генератора:

$$U_N = \alpha U, \quad U_T = \beta I. \quad (3)$$

Выходные напряжения преобразователей поступают на входы двух идентичных компараторов К1 и К2 (рис. 2).

Компараторы выполнены таким образом, что сигнал (напряжение) на выходе компаратора имеет место при условии, когда напряжение на первом входе превышает напряжение на вто-

ром входе на величину, не меньшую, чем Δu_k , которая характеризует погрешность сравнения компаратора. Для упрощения анализа примем, что величина Δu_k постоянна в рабочем диапазоне входных напряжений компаратора и одинакова для режимов появления и исчезновения выходного сигнала. Тогда условие существования сигнала U_1 запишется так:

$$U_{1н} \geq U_{2г} + \Delta u_k. \quad (4)$$

Учитывая (1), (2), (3), получаем, что условие (4) можно представить в таком виде:

$$U \geq I \frac{k_{2г} \beta}{k_{1н} \alpha} + \frac{\Delta u_k}{k_{1н} \alpha}. \quad (4')$$

Аналогично условием существования сигнала U_2 является неравенство

$$U_{1г} \geq U_{2н} + \Delta u_k \quad (5)$$

или

$$U \leq I \frac{k_{1г} \beta}{k_{2н} \alpha} - \frac{\Delta u_k}{k_{2н} \alpha}. \quad (5')$$

Выражения (4') и (5') показывают, что в системе координат U, I генератора рабочие точки, в которых устройство контроля сигнализирует о выходе генератора из области А или о входе в эту область, располагаются на двух прямых, определяемых уравнениями

$$U = k' I + b'; \quad U = k'' I + b'', \quad (6)$$

где

$$k' = \frac{k_{2г} \beta}{k_{1н} \alpha}; \quad k'' = \frac{k_{1г} \beta}{k_{2н} \alpha}; \quad b' = \frac{\Delta u_k}{k_{1н} \alpha}; \quad b'' = - \frac{\Delta u_k}{k_{2н} \alpha}.$$

При этом выход рабочей точки генератора из области А через границу (1) сопровождается появлением сигнала U_1 , а выход через границу (2) — появлением сигнала U_2 . При входе рабочей точки в область А сигнал U_1 или U_2 исчезает.

Прямые по уравнениям (6) и (7) являются, таким образом, контролируемыми границами области А.

Угловое положение контролируемых границ определяют величины k' и k'' . Подбором значений коэффициентов k_{2T} и k_{1H} , k_{2H} и k_{1T} можно обеспечить такие же углы наклона

контролируемых границ к осям U, I , какие имеют заданные границы области А. Однако, из-за наличия в уравнениях (6) слагаемых b' и b'' контролируемые границы оказываются в этом случае не совпадающими с заданными, а лишь параллельными им (линии $1'$ и $2'$ на рис. 1).

Обусловленную этим неточность контроля области А можно оценить величиной расстояния Δu между контролируемой и заданной границами. Определяя это расстояние из соотношений аналитической геометрии, получаем для границ 1 и 2 соответственно

$$\Delta_1 = \frac{\Delta u \cdot k}{\sqrt{(k_{1H} \alpha)^2 + (k_{2T} \beta)^2}}, \quad (8)$$

$$\Delta_2 = \frac{\Delta u \cdot k}{\sqrt{(k_{2H} \alpha)^2 + (k_{1T} \beta)^2}}.$$

Из полученных выражений видно, что неточность контроля каждой границы прямо пропорциональна погрешности компаратора и может быть уменьшена выбором больших значений коэффициентов пропорциональности преобразователей тока и напряжения. Здесь следует отметить, что большая точность контроля заданной области достигается при непараллельном расположении границ, как показано на рис. 1 (границы $1'', 1''', 2'', 2'''$). Окончательный выбор положения контролируемых границ, т.е. выбор отношений $\frac{k_{2T}}{k_{1H}}$ и $\frac{k_{1T}}{k_{2H}}$, зависит от того, на ка-

ких участках заданных границ более важна высокая точность их контроля. Если в каждом входном преобразователе нет взаимного влияния первого и второго выходов, то эта схема обеспечивает независимую настройку положения каждой контролируемой границы в отдельности.

Вариант практической реализации рассмотренной блок-схемы, разработанный применительно к требованиям контроля области работы тягового генератора электротрансмиссии автомобиля в режимах постоянства мощности, представлен на рис.3.

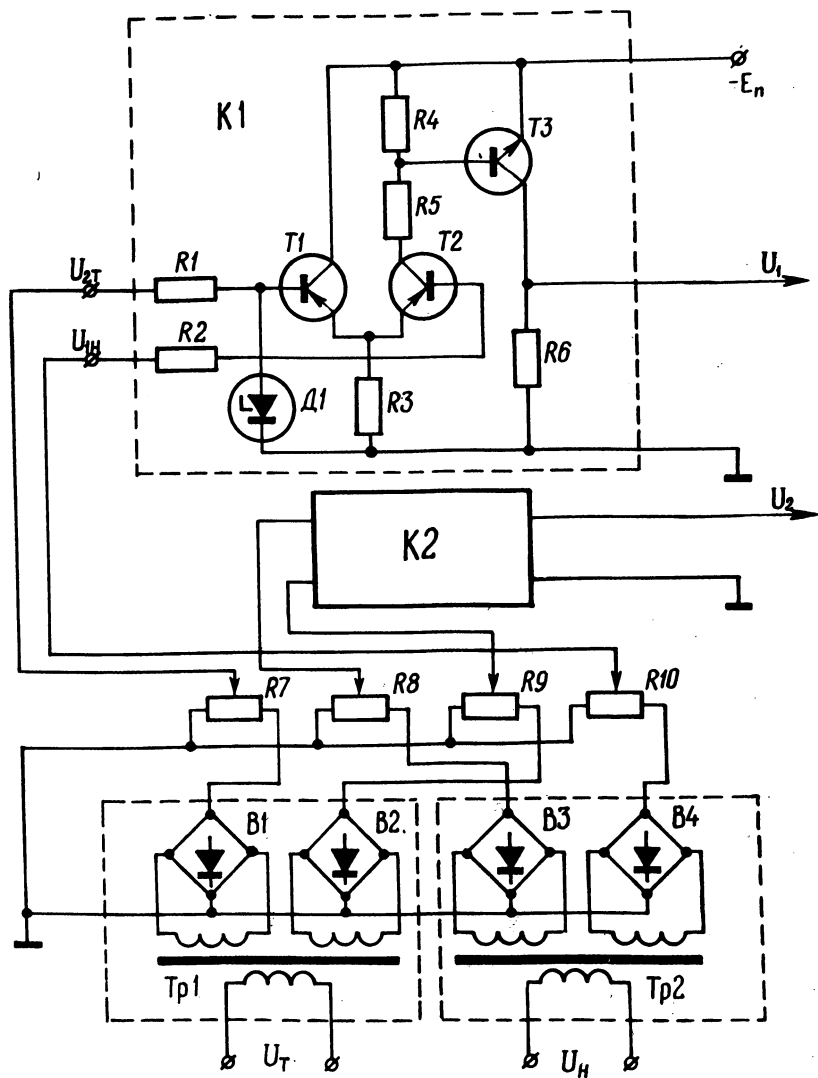


Рис. 3. Принципиальная схема устройства контроля.

На первичные обмотки трансформаторов подаются напряжения U_T и U_H , пропорциональные току и напряжению контролируемого генератора.

Устройство работает следующим образом. До тех пор, пока напряжение U_{1H} на первом входе компаратора $K1$ меньше

напряжения $U_{2т}$ на его втором входе, транзистор Т1 открыт, а транзисторы Т2 и Т3 закрыты, и напряжение U_1 на выходе К1 равно нулю. Когда напряжение $U_{1н}$ превысит $U_{2т}$ на величину $\Delta U_k \approx 0,1$ В, Т1 закрывается, а Т2 и Т3 открываются, и на выходе К1 появляется сигнал напряжения.

Исчезновение выходного сигнала компаратора происходит при уменьшении ΔU до значения, практически равного тому же, при котором появляется выходное напряжение, т.е. "коэффициент возврата" компаратора близок к единице.

Испытания работы описанного устройства с трансмиссией автомобиля показали соответствие практических результатов теоретическому анализу, приведенному выше. В частности, испытания подтвердили простоту и гибкость устройства в части независимой точной настройки положения каждой контролируемой границы заданной области работы генератора.

Следует отметить, что, используя принципы, заложенные в разработанную блок-схему (рис. 2), возможно реализовать устройства для контроля областей работы генератора и с иными расположением и формой границ.

В.Л. Беляев, В.Г. Сидоров, Б.И. Фираго

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТРЕХФАЗНО-ТРЕХФАЗНЫМ ОДНОПОЛУПЕРИОДНЫМ ТИРИСТОРНЫМ ЦИКЛОКОНВЕРТОРОМ ДЛЯ РЕВЕРСИВНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Значительное место в исследованиях по частотнорегулируемому электроприводу занимают работы, посвященные использованию непосредственных преобразователей частоты (НПЧ) или циклоконверторов. Регулирование скорости асинхронного двигателя с помощью однополупериодного циклоконвертора получило название квазичастотного управления.

Циклоконверторы для квазичастотного управления с небольшим числом силовых тиристоров (например, 10 штук для реверсивного электропривода) и простой системой управления целесообразно применять в приводах, где требуется периодически получать пониженные скорости, но недопустимо использование электродвигателей со щеточным контактом.

В настоящей работе рассматривается система управления трехфазно-трехфазным однополупериодным циклоконвертором, си-