

пускают организацию монтажного ИЛИ с соответствующими выходами микропрограммных модулей. Поэтому модули крейта воспринимают команду NAF от микропрограммника так же, как и от контроллера.

При обращении ЭВМ к крейту контроллер сигналом «Stop P» останавливает работу программника, и управление крейтом осуществляется из канала ветви. Если контроллер находится в состоянии «off line», то все сигналы, выходящие на канал ветви, запрещены. В этом состоянии работой крейта может управлять микропрограммник, так как сигнал ЕХС не запрещается.

Разработанный контроллер конструктивно расположен в модуле, занимающем три станции. Сигналы связи с микропрограммником выведены на дополнительный разъем линии связи крейта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самас. A modular instrumentation System for data handling. EUR-4100 e, 1969.
2. Самас. EUR-4600 e, 1972.

Поступило в редакцию 25 декабря 1975 г.

УДК 681.325.3

А. А. РЕДКОКАША
(Северодонецк)

КОММУТАТОР АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ С ТОКОВЫМ УПРАВЛЕНИЕМ КЛЮЧЕВЫМИ МДП-ТРАНЗИСТОРАМИ

Требования к быстродействию и точности аналоговых коммутаторов постоянно повышаются. Неплохих результатов можно достичь при построении коммутатора на МДП-транзисторах (в дальнейшем МДПТ). В таких коммутаторах, чтобы не менялось сопротивление канала при изменении коммутируемого напряжения, стремятся поддерживать неизменным напряжение $U_{зиз}$ на затворе замкнутого МДПТ относительно истока. В качестве элемента, фиксирующего напряжение $U_{зиз}$, зачастую применяют стабилитроны, которые переключают напряжения ключами [1, 2], что вносит задержку в процесс переключения.

Другой недостаток коммутаторов на МДПТ — наличие выбросов напряжения на выходе коммутатора при переключении каналов.

Эти недостатки можно устранить, применив схему, показанную на рисунке. В схему входят генераторы $У1$ и $У2$ противоположных по направлению и примерно равных по величине токов, замыкающихся одним из ключей на транзисторах $T4$ через резисторы $R5$ и $R6$. Транзисторы $T1$ образуют делитель разности тока генератора положительного тока $У1$ и дополнительного генератора тока, реализованного на транзисторе $T2$. (Резисторы $R1$ в эмиттерах транзисторов $T1$ повышают стабильность делителя.)

На базы транзисторов $T3$ подаются управляющие сигналы от логических микросхем серии 155. При логическом нуле на одном из управляющих входов $1, 2, \dots, n$ открывается токовый ключ этого канала на транзисторах $T3$ и $T4$ и соответствующий МДПТ подключает один из входов аналоговых сигналов $Vx1, Vx2, \dots, Vxn$ к выходной клемме Vyx .

Коммутатор работает следующим образом. Пусть открыт транзистор $T4$ в 1-м канале. Через него в генератор тока $У2$ идет сумма токов, протекающих через резисторы $R5$ и $R6$, подключенные к коллектору этого транзистора. Ток I_5 через каждый из резисторов $R5$ равен:

$$I_5 = (I_1 - I_3) / n,$$

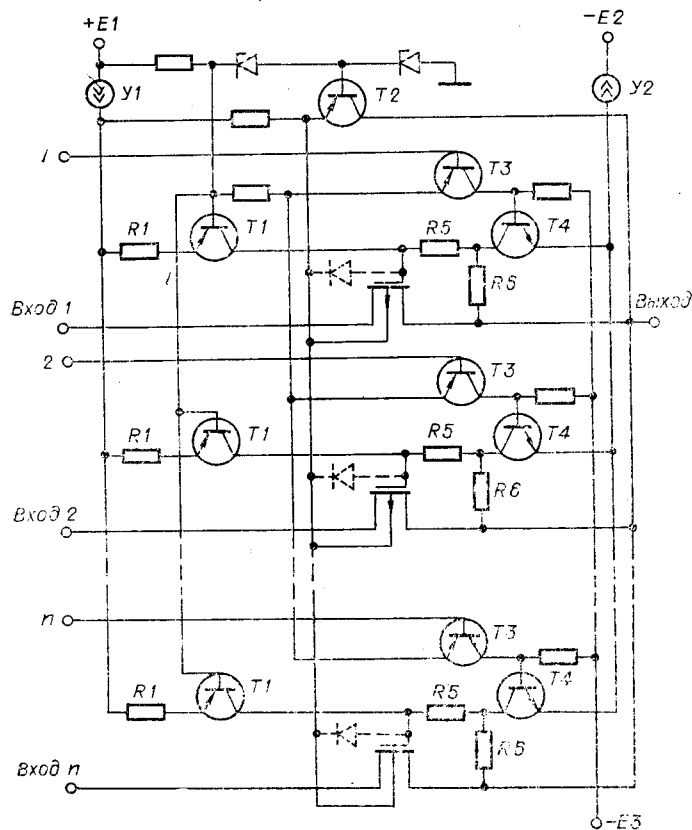
где n — количество каналов коммутатора, I_1 — ток генератора тока $У1$, I_3 — ток дополнительного генератора тока. Ток I_6 , текущий через резистор $R6$ в 1-м канале, равен

$$I_6 = I_1 - I_5 = I_5(n - 1) + I_3.$$

Величина напряжения $U_{зиз}$ МДПТ в 1-м канале определяется выражением

$$U_{зиз} = U_6 - U_5,$$

где U_5 и U_6 — падения напряжения соответственно на резисторах $R5$ и $R6$ 1-го канала. Изменения токов, протекающих через резисторы $R5$ и $R6$, пренебрежимо малы, и поэтому $U_{зиз}$ постоянно для данного МДПТ.



В разомкнутых каналах падения напряжений на резисторах $R5$ и $R6$ складываются и запирают МДПТ. Для надежного запираения их сумма $U_{ЗИР}$ должна превышать амплитуду коммутируемого напряжения.

В выпускаемых серийно интегральных аналоговых переключателях на МОП-транзисторах (серий 168, 190) имеются защитные диоды, показанные на рисунке штрихом. Если напряжение на затворах превысит напряжение на подложке, то ток через защитные диоды протекает по цепи: эмиттер транзистора $T2$ — выходная шина коммутатора — резистор $R6$ первого канала — транзистор $T4$ токовых ключей.

Анализ схемы коммутатора показывает, что ток I_3 перезаряда емкости между затвором и истоком $C_{ЗИ}$ замыкающегося МДПТ и ток I_p перезаряда емкости $C_{ЗИ}$ размыкающегося МДПТ имеют разные направления, но одинаковый закон изменения:

$$|I_3| = |I_p| = \frac{U_{ЗИР} - U_{ЗИЗ}}{R6 + R5} e^{-\frac{t}{C_{ЗИ}(R6+R5)}}$$

где $U_{ЗИР} = I_3(R6+R5)$.

Таким образом, ток из цепей управления и нагрузки теоретически не отбирается и выбросы напряжения на нагрузке полностью отсутствуют, если соблюдаются равенства

$$\left. \begin{aligned} R6_1 = R6_2 = \dots = R6_n; \\ R5_1 = R5_2 = \dots = R5_n; \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

$$C_{ЗИ1} = C_{ЗИ2} = \dots = C_{ЗИn}. \quad (2)$$

Условие (1) довольно легко выполняется при гибридно-пленочном исполнении резисторов [3]. Условие (2) невыполнимо, так как величина собственной емкости МДПТ изменяется при переключении [4]. Паразитная емкость монтажа (довольно большая при гибридно-пленочном исполнении), включенная параллельно $C_{ЗИР}$, уменьшает относительное изменение суммарной емкости, при этом уменьшается и амплитуда выбросов напряжения, но увеличивается время переключения.

На транзисторах типов КТ315 и КТ361 высоковольтных групп и интегральных переключателях К1КТ682А был собран макет коммутатора. Генераторы постоянного то-

ка У1 и У2 были построены по известной [5] схеме на операционных усилителях и МДПТ. Настройка макета заключалась в уменьшении до нуля тока через замкнутый МДПТ, коммутирующий нулевое напряжение, путем регулировки выходного тока генератора У1.

При токе генераторов У1 и У2 около 3 мА, входных коммутируемых напряжениях от -5 до $+5$ В, $n=16$ и на холостом ходу по выходу скорость нарастания и спада напряжения на выходе коммутатора составляла не менее 18 В/мкс, выбросы напряжения на выходе не наблюдались, статическая погрешность не превышала $\pm 0,1\%$.

Рассмотренная схема коммутатора, позволяя повысить быстродействие и устранить выбросы напряжения на выходе, имеет сравнительно большую погрешность коммутации, что объясняется утечками тока через переходы база — коллектор транзисторов Т1, Т2, Т4. Устранить этот недостаток схемы можно будет с появлением отечественных высоковольтных МДПТ.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. М. Агизим, О. О. Каганов. Коммутатор аналоговых сигналов.— Авт. свид. во № 371684, БИ, 1973, № 12.
2. Э. К. Туфлин. Схемы переключения аналоговых сигналов на полевых транзисторах.— В кн.: Электронная техника в автоматике. Вып. 6. М., «Сов. радио», 1974.
3. К. К. Каримов, Е. П. Чернявский. К вопросу учета корреляционных связей параметров компонентов гибридно-пленочных схем.— В кн.: Вычислительная техника. Вып. 5. Л., Изд. ЛГУ, 1974.
4. Р. Коболд. Теория и применение полевых транзисторов. Пер. с англ. В. В. Макарова. Л., «Энергия», 1975.
5. В. Н. Вьюхин. Высокостабильный источник тока на микросхемах.— «Автоматика», 1969, № 5, с. 110.

*Поступило в редакцию 5 января 1976 г.;
окончательный вариант — 10 марта 1976 г.*