

сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна

668 / 2-81

9/2-81
13-80-660

Ч.Шимане, К.Ондрейчка

СИСТЕМА ПИТАНИЯ И ПЕРЕДАЧИ
УПРАВЛЯЮЩЕЙ
И КОНТРОЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ
В ГОНИОМЕТРЕ НГ-3

1980

При описании гониометра для нейтронной дифракции /1/ не рассмотрена подробно система питания силовых контуров двигателей и электроники на кругах гониометра и лишь в блок-схеме показана система передачи сигналов между кругами.

В этой статье более подробно описаны эти функциональные контуры и отмечены их особые черты.

Для переноса силовых электрических токов между кругами служит система контактных колец и щеток, расположенных на статорах и роторах кругов Ω и χ . На рис. 1 контактные кольца на статоре Ω и роторе χ обозначены цифрами 10,9 и щетки на роторе Ω , статоре χ - цифрами 12 и 11. Эта система изолирована от массы кругов. Массы M_1, M_2, M_3 кругов соединены аналогичной системой контактных колец 10' и 9', находящихся на роторе Ω - статоре χ , и щеток 11' и 12' на роторе χ и статоре Ω . Связь между массами необходима для того, чтобы избежать переноса токов в подшипниках.

Питание двигателей осуществляется постоянным током 25 В, питание электрических схем - переменным током величиной 15 В, частотой 16 кГц. Кроме того, система контактных колец и щеток использована также для переноса контрольной /обратной/ информации о положении кругов гониометра на частоте около 5 МГц. Перенос контрольной /обратной/ информации осуществляется только после остановки всех кругов гониометра. Тройное использование системы контактных колец и щеток требует фильтрации отдельных компонент электрических токов и установления на каждом из кругов идентичной схемы фильтров.

Управляющая /прямая/ информация передается между кругами с помощью индуктивной связи между коаксиальными витками на встречных торцах ротора и статора кругов Ω и χ , образующих трансформатор. Первичная обмотка находится на статоре, вторичная - крутится вместе с ротором внутри первичной. Диаметр витков между статором и ротором Ω - около 320 мм, между статором и ротором χ - примерно 475 мм.

Передаваемые импульсы смодулированы на несущую частоту 20 МГц. Перенос прямой информации происходит в нормальных условиях при остановленных двигателях, чтобы исключить возможные электрические помехи, которые могли бы повлиять на работу электрических схем в управляющих подстанциях на кругах. Сама система индуктивной связи между кругами полностью защищена металлической конструкцией кругов. В случае необходимости

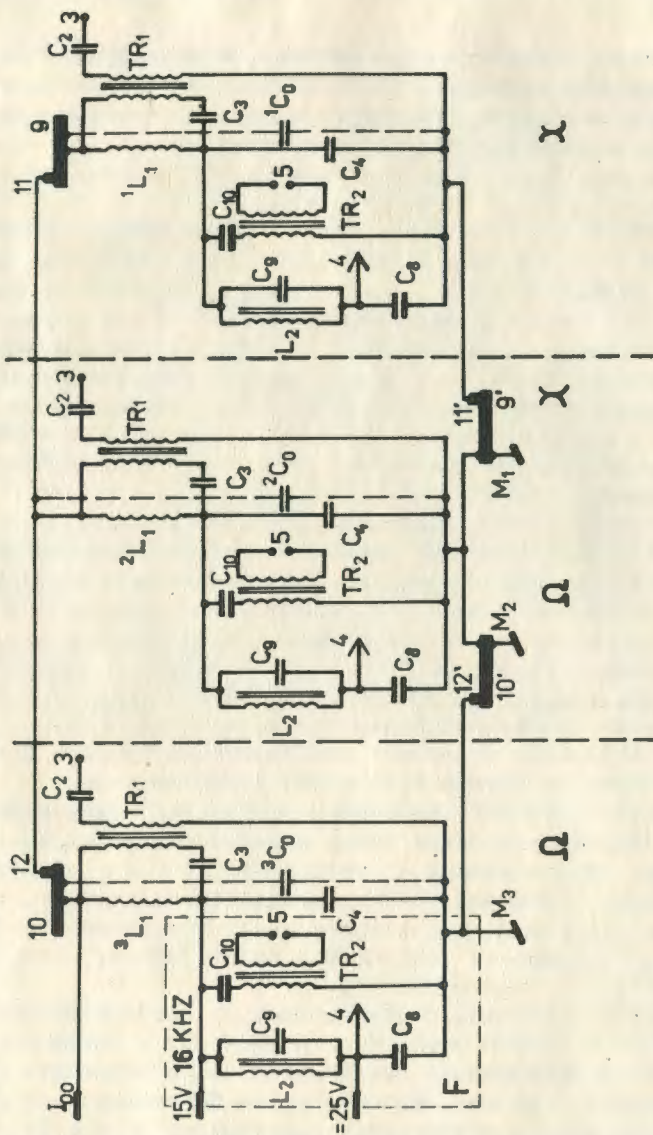


Рис. 1. Схема питания / точки 3 соответствуют точкам 3 рис. 4, точки 4 - питание двигателей, точки 5 - питание электронных схем в подстанциях на кругах гониометра/.

переноса информации, например для остановки гониометра, система обеспечивает надежную передачу и во время работы двигателей.

СХЕМА ФИЛЬТРОВ

Для разделения высокочастотной компоненты служат дроссели /рис. 1/ 1L_1 , 2L_1 и 3L_1 , один конец которых соединен с системой контактных колец и щеток 9, 10, 11, 12, другой конец - с массой каждого из кругов через конденсатор C_4 , представляющий для высокой частоты пренебрежимо малое сопротивление по сравнению с сопротивлением оставшейся схемы фильтра, подключенного параллельно к конденсатору C_4 .

Компонента 16 кГц отфильтрована от постоянной компоненты дросселями L_2 , образующими с конденсаторами C_9 резонансный контур на частоте 16 кГц. Дроссели L_2 имеют воздушный зазор в магнитном контуре во избежание перенасыщения сердечника. На трансформаторы Tr_2 поступает ток частотой 16 кГц через конденсаторы C_{10} , отделяющие постоянную компоненту от переменной. Емкость конденсаторов C_{10} выбрана так, чтобы их импеданс был пренебрежимо мал по сравнению с входным импедансом трансформаторов Tr_2 и чтобы при любых возможных нагрузках трансформатора не получился резонанс на 16 кГц, который бы привел к недопустимому увеличению напряжения на трансформаторе.

Постоянный ток от источника течет через дроссели L_2 и 3L_1 , расположенные на статоре круга Ω , на контактное кольцо 10, щетку 12 и поступает через дроссели 2L_1 и L_2 на роторе Ω - статоре χ в двигатели ротора χ , находящиеся на статоре χ . В двигатели круга Φ , находящиеся на роторе круга χ , постоянный ток поступает через щетку 11, контактное кольцо 9 и дроссели 1L_1 и L_2 на роторе круга χ . Двигатели круга Ω подключены непосредственно к источнику постоянного тока. Выводы постоянного тока на кругах обозначены цифрой 4.

Высокочастотные импульсы поступают на контактные кольца 9, 10 и щетки 11, 12 с высокочастотных трансформаторов Tr_1 , которые отделены от постоянного тока и тока частотой 16 кГц емкостями C_3 . Точки 3 соединены с выходом модуляторов подстанций на кругах. Выход обратной информации I_{00} соединен с контактным кольцом 10.

Дроссели 3L_1 , 2L_1 и L_2 /за исключением дросселей на роторе χ / рассчитаны на нагрузки постоянным током порядка 6 ампер. Дроссели 1L_1 и L_2 на роторе χ должны выдержать постоянный ток около 2 ампер.

Паразитные относительно массы кругов емкости системы контактных колец 9, 10 и щеток 11, 12 составляют порядка 500-1000 пФ, а суммарная индуктивность дросселей ${}^1L_1, {}^2L_1, {}^3L_1$ подобрана так, чтобы получался резонанс на частоте примерно 5 МГц.

СХЕМА ПЕРЕНОСА ПРЯМОЙ И ОБРАТНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Вместо блок-схемы переноса, показанной на рис. 1^{1/1}, в которой прямая и обратная информация передается по одному в той же одножильному коаксиальному кабелю, было решено использовать двухканальную систему передачи на всем пути между главным модулем управления и подстанциями на кругах гониометра.

Новая блок-схема показана рис. 2. Прямая информация на выходе модуля имеет вид серии прямоугольных импульсов длительностью 1 мкс и частотой повторения 100 кГц, действующих

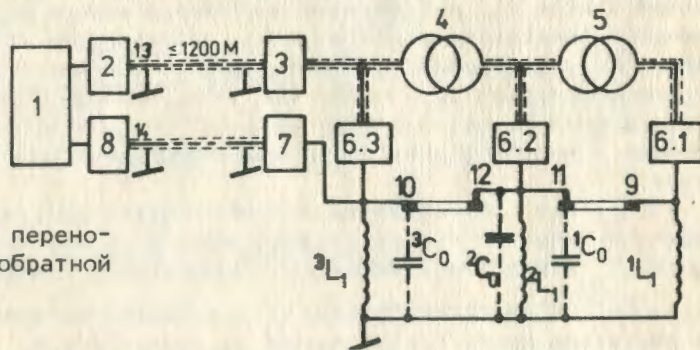


Рис. 2. Схема переноса прямой и обратной информации.

как тактовые импульсы. Информационные импульсы длительностью 1 мкс выдаются в середине интервала между тактовыми. Они усиливаются в усилителе 2, расположенном рядом с главным модулем управления, выход которого согласован с волновым сопротивлением коаксиального кабеля 13. По кабелю импульсы проходят на расстоянии до 1200 м на вход конвертора 3, расположенного у гониометра. В конвертере происходит их модуляция на несущую частоту 20 МГц, и высокочастотные импульсы через статоры и роторы кругов Ω, χ поступают на входы демодуляторов в подстанциях 6.1 и 6.2 на роторах кругов χ и Ω . Непосредственно к подстанции 6.3 на статоре круга Ω подключен выход конвертора.

Обратная информация, источником которой может быть любая из подстанций, 6.1, 6.2 и 6.3, поступает, как изложено выше, через систему контактных колец и щеток на выход гониометра.

Она представляет по существу последовательный код, выходящий из регистра, содержащего информацию о положении круга гониометра и его адрес. Тактовые импульсы, поступающие по каналу прямой информации, обеспечивают сдвиг регистра во время считывания. Длительность импульсов на выходе регистра равна целому кратному 10 мкс. Выходными уровнями смодулирован выход генератора импульсов с частотой повторения 5 МГц и шириной импульса 0,1 мкс. Дроссели ${}^1L_1, {}^2L_1, {}^3L_1$ и паразитные емкости ${}^1C_0, {}^2C_0, {}^3C_0$ /рис. 1/ сглаживают их прямоугольную форму, и на выходе гониометра получаются высокочастотные сигналы приблизительно синусоидальной формы. Постоянные уровни после демодуляции усиливаются в блоке 7, выход которого согласован с волновым сопротивлением коаксиального кабеля 14, нагруженного, в свою очередь, волновым сопротивлением на выходе формирователя 8, и поступают в главный управляющий модуль 1. Временной сдвиг между тактовым импульсом из главного модуля управления и получением обратной информации о выходном уровне регистра в опрашиваемой подстанции не должен превышать 8 мкс. Этим ограничено максимальное расстояние /1200 м/ от главного модуля управления 1 до гониометра.

КОНВЕРТОР И ДЕМОДУЛЯТОРЫ НА КРУГАХ ГОНИОМЕТРА

Основной частью конвертора /рис. 3/ является высокочастотный генератор с транзистором T_3 , стабилизированный кварцевым осциллятором 7. Симметричный выход трансформатора Tr_1 , являющегося частью резонансного контура, соединен с прямым и инвертирующим входами операционного усилителя МАА 3006, к выходу которого подключен трансформатор Tr_2 . Импульсы прямой информации поступают на вход 1 конвертора, согласованный с волновым сопротивлением кабеля, ограничиваются диодом D_1 , после усиления транзистором T_1 формируются триггером Шмидта и подаются на базу транзистора T_2 /коллектор T_2 соединен с входом 2 схемы МАА 3006/. Изменение внутреннего сопротивления транзистора T_2 вызывает импульсную модуляцию высокочастотного тока на выходе схемы. Импульсы высокочастотного тока с помощью согласующего трансформатора Tr_2 передаются в первичную обмотку L_1 трансформатора связи между статором и ротором круга Ω . Вторичная обмотка L_2 подключена к демодулятору подстанции 6.2 на роторе круга Ω и к первичной обмотке аналогичного трансформатора между статором и ротором круга χ /на рис. 3 не показаны/.

Высокочастотные импульсы демодулируются во входной части подстанций демодулятором, состоящим из диода D_2 и конденсатора C_{11} , и их форма восстанавливается с помощью усилителя

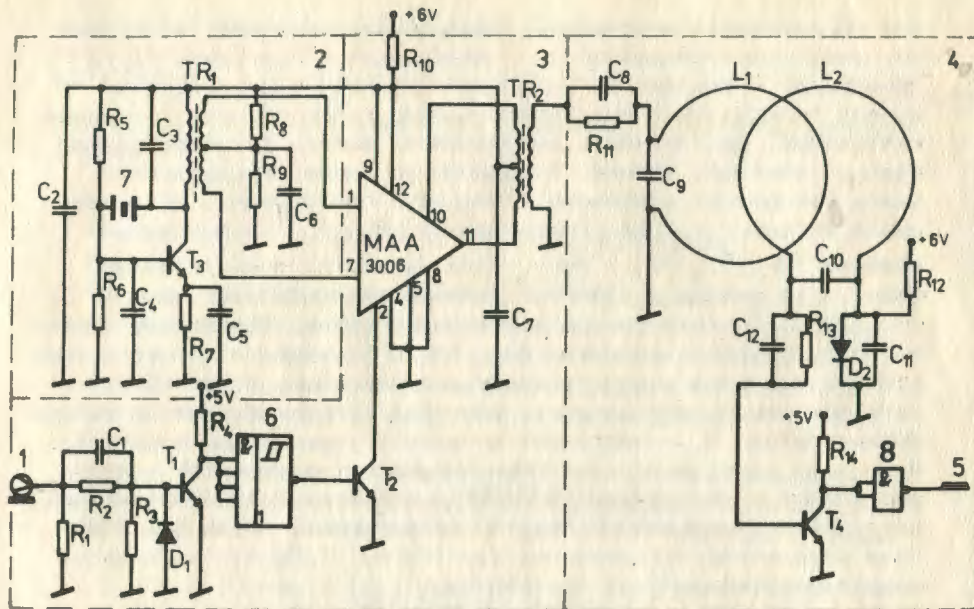


Рис. 3. Схема передачи прямой информации между кругами гониометра.

на транзисторе T_4 и инверторе 8, выход 5 которого соединен с входом логической части электронной схемы подстанций.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ВЫХОДНЫХ УРОВНЕЙ РЕГИСТРОВ В ПОДСТАНЦИЯХ

На рис. 4 показана общая схема подключения подстанций 6.1, 6.2 и 6.3 /см. рис. 2/ к каналу обратной информации. На каждой подстанции находится генератор прямоугольных импульсов шириной 0,1 мкс и частотой повторения 5 МГц /на рис. 4 не показан/, выход которого соединен с входом 1 логической схемы 5 /И-НЕ/. С другим входом схемы соединен выход сдвигового регистра. На выходе схемы появляются импульсы, когда выходной уровень регистра равен "1". Одновременно может давать информацию о своем выходном уровне только один из регистров, выходы 1 других схем /5/ имеют уровни "0". Импульсы усиливаются транзистором T_1 , имеющим в коллекторе сопротивление R_1 и подключенный параллельно к нему через конденсатор C_2 трансформатор Tr_1 . Следующая часть канала обратной информации подробно описана в связи со схемой фильтров /рис. 1/, часть которой на рис. 4 обозначена буквой F. Выходные высоко-

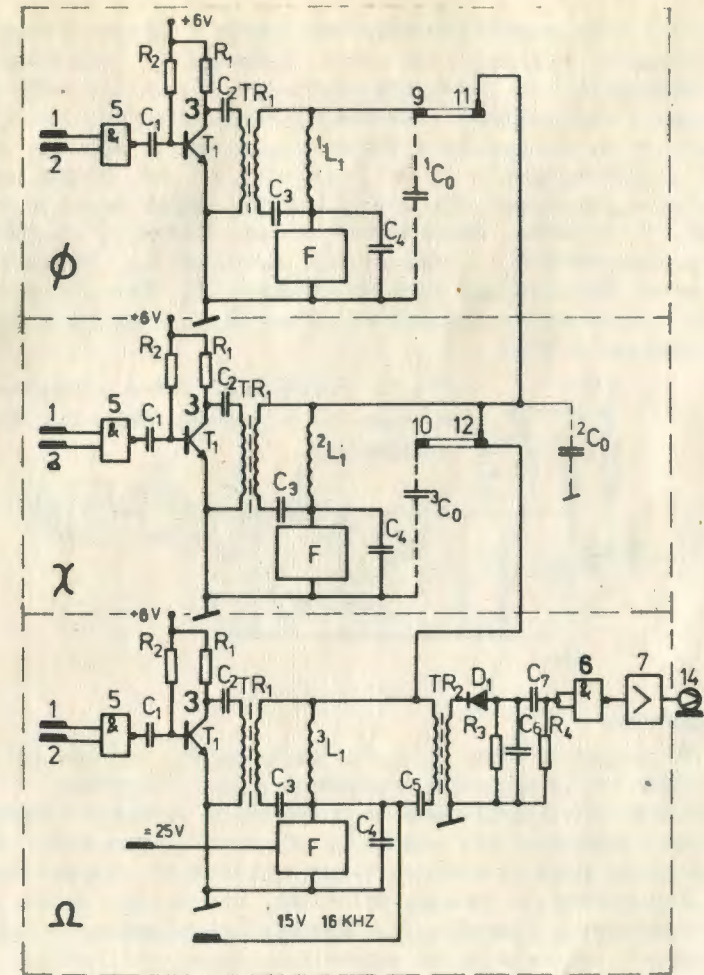


Рис. 4. Преобразователи выходных уровней регистров в подстанциях и перенос обратной информации.

частотные импульсы поступают через трансформатор Tr_2 на демодулятор, состоящий из диода D_1 и конденсатора C_8 , образующего вместе с резистором R_8 интегрирующую цепь, и формируются инвертором 6. После усиления импульсы передаются по кабелю в главный управляющий модуль.

Упрощенная схема нагрузки транзистора T_1 /рис. 4/ опрашиваемой подстанции показана на рис. 5. Параллельно к собственному рабочему сопротивлению этой подстанции R_1 подключены сопротивления R_1 других двух подстанций, а также индуктивности

L_1 и паразитные емкости контактных колец и щеток. Внутренним сопротивлением транзисторов можно пренебречь. Сопротивление R_1 - порядка 500 Ом, индуктивность L_1 - около 9 мкГн /без ферритового сердечника/. Трансформатор связи /рис. 4/ Tr_1 выполнен на кольцевом ферритовом сердечнике с внешним диаметром 10 мм /внутренний - 6 мм/, шириной в 3 мм, число витков первичной и вторичной обмоток равно 15, индуктивность без нагрузки - 150 мкГн. Резонансная кривая контура, состоящего из индуктивностей L_1 и паразитных емкостей C_p , очень плоская, т.к. контур демпфирован сопротивлениями R_1 . Поэтому нет жестких требований к стабильности частоты повторения импульсов от генератора 5 МГц.



Рис.5. Упрощенная схема нагрузки транзистора T_1 в системе переноса обратной информации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из предыдущего можно сделать заключение, что каналы прямой и обратной информации выполнены двумя способами. По конструктивным соображениям мы стремились избежать применения еще одного индуктивного переноса обратной информации, поэтому ее передача, осуществляемая путем сдвигов постоянных уровней /а не импульсов/ на выходе регистра, происходит через систему контактных колец и щеток. Для увеличения надежности передачи информации и питания число щеток было удвоено. Тройным использованием системы контактных колец и щеток удалось упростить механическую конструкцию и уменьшить число контактных колец между статором и ротором круга до двух.

Авторы считают своим приятным долгом поблагодарить В.Д.Шибалева и Г.П.Жукова за интерес к работе и полезные обсуждения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шимане Ч., Шульц В., Ондричка К. Гониометр для нейтронной дифрактографии с управлением от ЭВМ. ОИЯИ, 13-10931, Дубна, 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел
14 октября 1980 года.