

МАГНИТОФОН УПРАВЛЯЕТ СТАНКОМ

Инж. В. Шадрин

Сущность программного управления, как известно, состоит в том, что весь технологический процесс, начиная от заготовки и резки металла и кончая сборкой и наладиванием сложнейших механизмов, принудительно подчиняется какому-либо определённому закону. Все необходимые операции производятся при этом без участия человека, но в строгом соответствии с заранее заданной программой. Эта программа составляется исходя из требований технологического процесса и записывается на перфорированных лентах. Перфорированная лента вводится в универсальную или специализированную вычислительную машину (ЦВМ) (рис. 1), которая рассчитывает весь технологический цикл и выдает программу управления операциями в виде специального цифрового кода.

Однако цифровой код непосредственно не может быть подан в систему программного управления и должен быть преобразован либо в последовательность импульсов разной частоты и полярности, либо в сигналы, модулированные по фазе. Преобразование цифрового кода осуществляется в преобразователе (ПР), включенном непосредственно на выходе цифровой вычислительной машины (ЦВМ).

В первом случае частота следования импульсов определяет скорость (быстроту) производственного цикла, число импульсов — величину перемещения детали или длительность цикла, полярность — направление перемещения по координатам.

Во втором случае величина, скорость и направление перемещения задаются фазовым рассогласованием сигналов относительно опорного или эталонного сигнала, фаза которого принята за нулевую.

Программа управления в виде последовательности импульсов или фазомодулированных сигналов, как правило, записывается на магнитную ленту, которая затем передается в цех, к станкам (СТ), оснащенным системами программного управления (СПУ).

Такой метод позволяет централизовать подготовку программ, наиболее полно использовать программирующие машины и сводит до минимума потребность в электронном оборудовании у станка.

В соответствии с принципом действия системы программного управления могут быть импульсными или фазовыми. Первые используют для управления последовательность импульсов, вторые — сигналы, модулированные по фазе.

Обладая хорошими динамическими свойствами и малой статической ошибкой, импульсные системы имеют ряд существенных недостатков, к которым относятся высокая стоимость, сложность наладивания, большое количество электронных элементов и невысокая надежность в цеховых условиях.

Применение фазовых систем программного управления позволяет избежать этих недостатков.

Кроме этого, благодаря тому, что передача информации происходит на большой частоте, фазовые системы

программного управления почти не создают ошибок при незначительных дефектах магнитной ленты или нестабильности электронных узлов, в то время, как потеря даже одного импульса в импульсных системах дает существенную погрешность.

Использование ЦВМ для подготовки программы может быть оправдано при индивидуальном производстве, когда надо выпустить небольшое число деталей. При мелкосерийном производстве целесообразнее записывать программу методом копирования на специальных станках, оснащенных копируемыми головками.

Программа для фазовых систем может быть записана также при изготовлении первой детали по движениям квалифицированного рабочего. Очевидно, что последний способ применим только для деталей сравнительно простой конфигурации.

Обычно импульсные и фазовые системы используют многодорожечную запись программы на широкую магнитную ленту. Для этого требуются специальные блоки многоканальных магнитных головок и лентопротяжный механизм, изготовленный с высоким классом точности.

Поэтому представляется заманчивым использовать для управления серийные магнитофоны, выпускаемые нашей промышленностью, приспособляя их для нового назначения.

Применение принципа фазового управления позволяет построить простую и удобную систему с частотным разделением каналов на базе серийного магнитофона МЭЗ-15. В этом случае к магнитофону добавляется электронный блок, осуществляющий модуляцию, разделение и усиление сигналов.

Система программного управления, построенная на базе МЭЗ-15, обеспечивает запись и воспроизведение команд по продольной и поперечной подачам фрезерного станка. Система может быть использована для управления другими операциями, например, вязкой сложных жгутов в телефонии, некоторыми процессами в химической промышленности и, вообще в тех случаях, где требуется непрерывное, контурное управление.



Рис. 1

Система использует стандартные магнитные головки и узкую ленту шириной 6,35 мм, электронные узлы ее построены на недефицитных элементах и обеспечивают удовлетворительную точность.

Простота и компактность устройства делают возможным изготовление подобных систем силами небольшого коллектива радиолюбителей любого завода. Опыт, приобретенный при изготовлении СПУ, позволит перейти в дальнейшем к освоению более сложных систем управления.

Система программного управления, построенная на базе магнитофона МЭЗ-15, использует двойную модуляцию, так как рабочие частоты, модулированные по фазе, модулируют, в свою очередь, по амплитуде разные несущие. Такой способ разделения каналов будем именовать в дальнейшем кратко ФМ-АМ (двойная фазо-амплитудная модуляция).

Принцип работы системы виден из рисунка, помещенного на четвертой странице обложки, где изображен магнитофон МЭЗ-15 с размещенным в его корпусе электронной частью СПУ, которую будем именовать частотным блоком, вертикально-фрезерный станок типа 6Н81 и блок-схема СПУ ФМ-АМ.

На блок-схеме приняты следующие обозначения: СТ — стол станка, ВТ — поворотные трансформаторы, ФР —

фазорасщепитель с усилителями, ГЭС — генератор эталонного сигнала, ГНС₁ и ГНС₂ — генераторы несущих частот, соответствующие продольной и поперечной подачам стола станка, АМ₁ и АМ₂ — амплитудные модуляторы, СМ — каскады смещения сигналов при записи, НЗ — носитель записи (магнитная лента), ГЗ — магнитная головка записи, ГВ — магнитная головка воспроизведения, УВ — усилитель воспроизведения, Ф₁ и Ф₂ — полосовые разделительные фильтры, соответствующие продольной и поперечной подачам стола станка, Ф₀ — фильтр эталонного сигнала, ДМ — амплитудные демодуляторы, УУ — устройство управления станком, ДВ — исполнительные двигатели подачи, ТХГ — тахометрический датчик (генератор) обратной связи, КЗ — корректирующие (стабилизирующие) звенья цепи обратной связи.

На верхней части рисунка показан режим записи, на нижней — режим воспроизведения.

В режиме записи сигнал эталонной, опорной частоты, идущий от ГЭС, преобразуется в фазорасщепителе в двухфазное напряжение, необходимое для работы поворотных трансформаторов ВТ в режиме фазовращателей. Расщепленное напряжение, усиленное до номинальной величины, подается на два ВТ, каждый из которых соответствует своей подаче. Роторы ВТ связаны с линейными перемещениями стола по координатам и при движении стола приходят во вращение. В соответствии с принципом действия при условии питания статорных обмоток ВТ двухфазным напряжением сигналы на роторных обмотках будут иметь фазы, равные геометрическому углу поворотов роторов относительно одной из статорных обмоток.

Эти сигналы, очевидно, будут иметь почти равные частоты и для разделения их надо сместить по частотной шкале. Это осуществляется амплитудными модуляторами АМ₁ и АМ₂, в которых происходит модуляция отличающихся по частоте несущих сигналами с ВТ. Частоты несущих, поступающих на АМ₁ и АМ₂ с генераторов несущих сигналов ГНС₁ и ГНС₂, должны быть выбраны таким образом, чтобы спектры получающихся на выходе АМ₁ и АМ₂ сигналов не перекрывали друг друга и одновременно хорошо записывались и воспроизводились с магнитной ленты. При частоте генератора эталонного сигнала 400—500 гц несущие должны выбираться в пределах 1300—5000 гц.

Промодулированные рабочими сигналами несущие и сигнал эталонной частоты, который не подвергается преобразованию, смешиваются в линейных каскадах СМ и записываются через усилитель записи МЭЗ-15 одной записывающей головкой на одну магнитную дорожку.

На этом кончается процесс записи программы при обработке первой детали или при копировании. При записи программы от ЦВМ сигналы следует подавать непосредственно на усилитель записи МЭЗ-15 прямо от преобразователя ПР.

Для осуществления процесса воспроизведения следует перематывать магнитную ленту и установить поворотные трансформаторы ВТ в исходное положение.

При воспроизведении сигналы, записанные на ленте, усиливаются усилителем воспроизведения УВ МЭЗ-15 и поступают на вход частотного блока. Здесь они подвергаются разделению фильтрами рабочих каналов Ф₁ и Ф₂ и фильтром эталонного сигнала Ф₀. Фильтры рабочих сигналов Ф₁ и Ф₂ должны обладать симметричной фазовой характеристикой в полосе прозрачности и затуханием не менее 30 дБ в полосе непрозрачности на частотах соседних каналов. Невыполнение этих условий приводит к большим фазовым искажениям и вызывает недопустимые погрешности при обработке деталей.

Фильтр эталонного сигнала Ф₀ — обычный дроссельный фильтр низкой частоты с полосой прозрачности до 500—600 гц.

Отфильтрованные модулированные сигналы несущей частоты выпрямляются в двухполупериодных демодуляторах, в которых выделяются их огибающие.

Сигнал эталонной частоты поступает в тот же фазорасщепитель ФР, который использовался при записи, и преобразуется в двухфазное напряжение. Расщепленные составляющие усиливаются так же, как и при записи, и идут, далее, на статорные обмотки тех же поворотных трансформаторов ВТ. На роторных обмотках ВТ индуцируются напряжения, фаза которых будет соответствовать некоторому положению стола станка. В общем случае эти сигналы будут иметь фазовое рассогласование с сигналами, идущими с демодуляторов. В результате этого на выходе фазовых дискриминаторов ФД появится напряжение постоянного тока, которое усиливается в устройствах управления УУ и поступает на ведущий двигатель ДВ. Последний придет во вращение и через редуктор будет двигать стол станка до тех пор, пока не исчезнет фазовое рассогласование между сигналами, идущими с магнитной ленты и сигналом обработки с ВТ.

Так как фаза рабочих сигналов, идущих с ленты, является функцией перемещения стола станка при записи, то при воспроизведении стол станка будет следовать за изменениями этой фазы, стараясь свести рассогласование до минимальной величины. Так осуществляется режим работы следящей системы с управлением по положению.

Для улучшения динамических свойств следящего привода в системе применяется корректирующая обратная связь через элементы КЗ от тахометрического датчика ТХГ.

Точность воспроизведения записанной программы в фазовых системах определяется точностью передачи программы от магнитной ленты и динамическими свойствами следящего привода.

Точность передачи программы зависит от режима работы фазорасщепителя с усилителями и от настройки элементов преобразования сигналов (модуляторы, демодуляторы и фильтры). Для сведения к минимуму фазовых искажений электронные узлы должны изготавливаться и настраиваться с особой тщательностью. В первую очередь это относится к трансформаторам, работающим в модуляторах и демодуляторах, и согласующим трансформаторам на входе полосовых фильтров. Для правильной работы полосовые фильтры должны иметь согласованный выход на нагрузку. Несогласованность нагрузки может привести к возникновению фазовых искажений от отраженного сигнала.

Большое значение имеет правильный выбор режима записи сигналов на магнитную ленту. Вследствие того, что остаточная магнитная индукция ленты имеет нелинейную зависимость от амплитуды тока записи, слишком большой уровень записываемых сигналов или не оптимальное значение тока высокочастотного намагничивания могут создать дополнительные нелинейные искажения сигналов. Нелинейные искажения сигналов вызывают фазовые погрешности в поворотных трансформаторах ВТ и фазовых дискриминаторах ФД, а перекрестные искажения дают недопустимые межканальные помехи, приводящие к ошибкам при обработке.

При тщательной настройке всех элементов СПУ ФМ-АМ обеспечивает удовлетворительную точность, лежащую в пределах $\pm 6^\circ$, что вполне достаточно для большинства деталей, обрабатываемых на фрезерных станках.

Ошибка при обработке деталей зависит от передаточного отношения ВТ к столу станка и будет тем меньше, чем это отношение больше. Увеличению передаточного

ПРИСТАВКА ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ МАГНИТОФОНОМ

Приставка предназначена для автоматического управления магнитофоном как при записи, так и при воспроизведении. Она позволяет включать магнитофон в начале записи или воспроизведения и автоматически его останавливать после их окончания. Приставка может быть также использована и для дистанционного управления работой магнитофона.

Принципиальная схема приставки приведена на рис. 1. Сигнал с нагрузки выходной лампы магнитофона через конденсатор емкости 1000 пф поступает на анод правого диода лампы 6Б8М (напряжение предварительного стабилизатора неоновой лампой МН-3). Выпрямленное напряжение сигнала через интегрирующие цепочки R_6, C_8, R_7, C_7 , устраняющие действие импульсных помех в паузе, подается на управляющую сетку лампы.

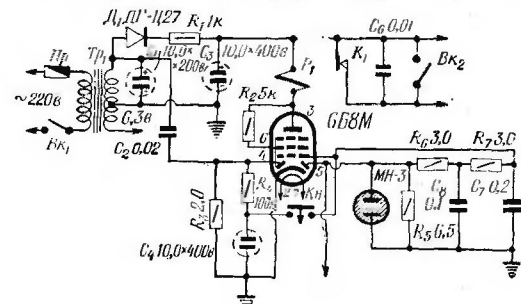


Рис. 1

Верхний вывод конденсатора C_1 должен быть соединен с левым (по схеме) выводом сопротивления R_1 . Напряжения: $U_a = U_3 = 220$ в (при отсутствии тока в лампе); $U_a = 150$ в, $U_3 = 130$ в (при срабатывании реле P_1); $U_{c1} = -90$ в.

Заряжаясь, конденсаторы C_7, C_8 поддерживают на сетке лампы отрицательный потенциал, по этой причине анодный ток лампы 6Б8М будет недостаточен для срабатывания реле P_1 , и его контакты K_1 замкнутся. Так как контакты реле включены в цепь питания двигателя, то она окажется замкнутой и двигатель будет нормально работать.

Включить магнитофон можно кнопкой с самовозвратом Kn . При этом предварительно выпрямленное левым

диодом лампы 6Б8М отрицательное напряжение с конденсатора C_4 через замкнутые контакты кнопки Kn поступает на управляющую сетку лампы и вызывает резкое снижение ее анодного тока и замыкание контактов K_1 реле P_1 . Время выдержки реле P_1 от кратковременного пускового импульса кнопки Kn составляет $t_1 = 10$ сек. Если в течение этого времени сигнал от магнитофона не поступит, двигатель автоматически выключится, а если начнется воспроизведение, то конденсаторы C_7 и C_8 , заряжаясь от напряжения сигнала, будут поддерживать отрицательный потенциал на сетке лампы и магнитофон будет работать до окончания воспроизведения. По окончании сигнала время выдержки t_2 реле составляет 4 сек (значит, магнитофон будет работать 4 сек после окончания записи, что исключает срабатывание реле P_1 в паузах между словами). Для правильной работы приставки необходимо, чтобы соблюдалось соотношение $t_1 = 2t_2 = t_3$, то есть паузы между отдельными записями (t_3) на ленте должны быть не менее 10 сек.

Если отдельные тексты, продолжительность которых может быть произвольной, записывать с одинаковыми паузами, то для воспроизведения каждой последующей записи магнитофон можно включать кратковременным нажатием кнопки Kn . Выключаться магнитофон будет автоматически в конце каждой записи через 4 сек после прекращения сигнала. В тех случаях, когда поддерживать постоянно паузу не представляется возможным, их следует брать не меньше t_2 , а при включении магнитофона кнопкой Kn — дожидаться появления звука.

Чтобы получить другие значения t_1 и t_2 , достаточно изменить постоянные времени разрядной цепочки подбором величины сопротивления R_6 . Для дистанционного управления магнитофоном кнопку Kn можно сделать выносной.

Приставка работала с магнитофонами «Днепр-3», «Днепр-5», «Днепр-11» и показала хорошие результаты.

Конструктивно приставка выполнена на отдельном шасси. Силовой трансформатор собран на сердечнике из пластин Ш-20, сечение сердечника 4 см². Первичная обмотка трансформатора (на 220 в) содержит 2600, вторичная 2200 витков провода ПЭЛ-0,2 накальная — 70 витков провода ПЭЛ-0,7. В качестве реле P_1 можно использовать любое электромагнитное реле с током срабатывания 15 ма и сопротивлением обмотки 1200 ом.

г. Симферополь

В. Паченко

отношения препятствуют динамической точности следящего привода.

Поэтому при выборе его значения следует исходить из свойств привода станка и точности передачи программ. В настоящее время в фазовых системах применяется передаточный коэффициент порядка 1,5 мм на 360° поворота ротора ВТ. В этом случае статическая точность воспроизведения программы составит 25 мк. Общая ошибка на станке определяется скоростью обработки и при максимальных значениях скорости (600 мм/мин) достигает 0,1 мм. При малых скоростях она не намного превосходит статическую (50 мк). Таким образом, для повышения точности обработки надо снижать ее скорость.

Как видно из описания, фазовая система программного управления с частотным разделением каналов, построенная на базе магнитофона МЭЗ-15, отличается простотой, компактностью и обеспечивает удовлетворительную точность.

В процессе построения и эксплуатации СПУ ФМ-АМ должны неизбежно выявиться ее преимущества и недостатки, что поможет конструкторам в их работе по созданию новых управляющих машин.

Перед радиолюбителями стоит почетная и ответственная задача — помочь специалистам в важном деле дальнейшего подъема технического уровня нашей промышленности.

УСПЕХИ В РАЗВИТИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ

Инж. А. Аршинов

Исторически механическая запись явилась первой и долгое время оставалась единственной системой записи. Это объяснялось ее простотой: механическая запись производилась путем прямого преобразования акустических колебаний в механические и обратно.

Со дня изобретения фонографа в 1887 г. и примерно до 1905 г. запись делалась на восковых валиках. Такая форма звуконосителя была неудобной для хранения и не поддавалась тиражированию. В 1905 г. была предложена запись на плоских дисках, которая облегчила изготовление копий в виде всем известных граммофонов.

В это же время глубинная модуляция канавок, предложенная Эдиссоном, была заменена поперечной. Поперечная модуляция облегчала условия резания канавок и имела значительно меньшие, чем глубинная, нелинейные искажения при воспроизведении.

Несмотря на свою простоту, механо-акустический способ записи имеет очень много недостатков и поэтому в 30-х годах он был полностью заменен электро-акустическим. При этом способе акустические колебания сначала преобразуются с помощью микрофона в электрические и затем, после соответствующего усиления, подаются на рекордер, который преобразует их в механические колебания резца.

В отличие от записи, где механо-акустический способ себя полностью изжил, в воспроизведении он применяется и в настоящее время. На этом принципе основана работа всем известных портативных граммофонов (патефонов). Наряду с этим в наши дни в быт прочно вошел электро-акустический способ воспроизведения записей. В этом случае механические колебания иглы, идущей по звуковой канавке, преобразуются звукоусилителями в электрические, которые затем подаются на усилители.

Широкое распространение механической записи объясняется в основном неограниченной возможностью массового тиражирования записей и дешевой производством самих граммопластинок. Ежегодно тиражируют пластинок в СССР достигают 100 миллионов штук.

Наиболее важным для качества воспроизведения в системе механической записи является место соприкосновения конца иглы с фонограммой, где возникают наиболее существенные нелинейные искажения геометрического характера. Модулированная канавка фонограммы служит поводком иглы звукоусилителя, поэтому сечение канавки должно иметь такую форму, которая обеспечивала бы точное принудительное движение конца иглы, идущей по канавке. Единственно подходящей для этого является канавка, у которой боковые стенки сходятся под некоторым углом (в практике принят угол 90°). При этом конец иглы всегда будет плотно без всяких люфтов соприкасаться с обеими стенками канавки в двух ее точках (рис. 1, а).

Модуляция канавки при записи происходит или в плоскости, перпендикулярной плоскости носителя (глубинная запись), или в плоскости звуконосителя, перпендикулярной движению резца (поперечная запись). Чтобы игла точно следовала по модулированной канавке, она должна прижиматься к стенкам канавки с определенной силой (обычно это сила тяжести G звукоусилителя).

Двигаясь по модулированной канавке, игла развивает дополнительную силу реакции Q , направленную в сторону, противоположную смещению иглы.

Если результирующую этих двух сил F разложить так, чтобы ее составляющие действовали по нормальям

к стенкам канавки, то можно определить силы P_1 и P_2 , действующие на каждую из стенок канавки. Если сила реакции (рис. 1, а), меньше силы тяжести, то игла будет оказывать давление на обе стенки канавки и двигаться точно по ней. Если же сила Q превысит силу тяжести, то сила P_2 будет стремиться поднять иглу по одной из стенок канавки (рис. 1, б).

Сила, отклоняющая иглу, а следовательно, и сила реакции иглы пропорциональна колебательной скорости записи и механическому сопротивлению колебательной системы звукоусилителя. Следовательно, чем больше громкость записи (а ее стремятся сделать возможно большей, чтобы получить достаточную громкость воспроизведения и хорошее отношение полезного сигнала к шуму) и механическое сопротивление звукоусилителя для боковых смещений, тем больше вероятность выскакивания иглы из канавки. Чтобы этого не произошло, необходимо обеспечить малое механическое сопротивление колебательной системы звукоусилителя и достаточное давление иглы на канавку.

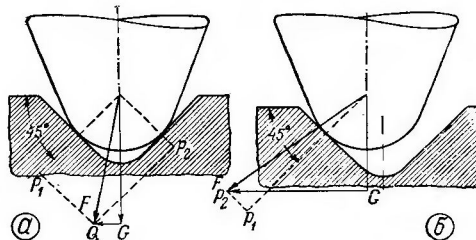


Рис. 1

Однако чрезмерное давление иглы на канавку разрушает последнюю, а уменьшит механическое сопротивление механо-акустических преобразователей (мембран) не удастся в силу неизбежно больших колеблющихся масс, необходимых для передачи колебаний воздуху.

Чтобы удержать иглу в канавке, вес мембраны должен быть порядка 120—150 г. При таком весе игла не разрушает канавку, если радиус закругления ее конца составляет 60 мк, и ширина канавки соответственно 160 мк. Даже при такой сравнительно тупой игле удельное давление на канавку достигает нескольких тонн на 1 см^2 . Но тупая игла создает дополнительные трудности. При глубинной записи движение иглы (рис. 2, а), радиус закругления, которой соизмерим с кривизной модулированных канавок, не совсем точно соответствует движению записанных колебаний, что при воспроизведении записи создает нелинейные искажения. При воспроизведении поперечной записи такие искажения значительно меньше, чем при глубинной (рис. 2, б). Это обстоятельство послужило причиной полного перехода на поперечную запись в одноканальной стереофонической системе записи.

В отличие от мембран, в звукоусилителях для преобразования механических колебаний в электрические, не требуется затраты энергии, поэтому подвижная система может быть сделана с малым механическим сопротивлением (для этого вибратор должен иметь малую массу). В лучших современных звукоусили-

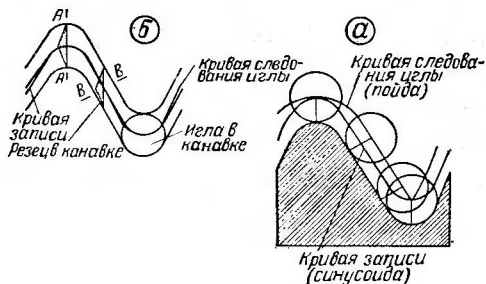


Рис. 2

теглях колеблющаяся масса в несколько десятков раз меньше массы подвижной системы мембраны (в современном динамическом звукооснимателе действующая масса вибратора не превышает 1,5 мг). Чтобы такой звукоосниматель хорошо работал, достаточно обеспечить давление на канавку порядка 3 г. В таких звукооснимателях стало возможным применение острых игл. Так иглы, применяемые сейчас при воспроизведении долгоиграющих записей, имеют радиус закругления 25 мк.

Так как лучшие образцы звукооснимателей работают при весе всего 2—3 г, острые иглы можно сделать еще более тонким, а канавку более узкой. Так как тонкая игла следует по канавке более точно, то можно снизить линейную, а следовательно, окружную скорость резания. Сейчас возникла тенденция делать записи при скорости вращения вдвое меньшей чем, и $33\frac{1}{3}$ об/мин, то есть при $16\frac{2}{3}$ об/мин. Однако тонкая игла очень чувствительна к шероховатостям канавки и поэтому такие записи пока имеют больший поверхностный шум.

Для снижения уровня поверхностных шумов, частотная характеристика записи выбрана с подъемом в области высших частот (рис. 3, а). При воспроизведении (рис. 3, б) для получения линейной сквозной характеристики, усиление на высших частотах соответственно снижается, в результате общий уровень шумов уменьшается в среднем на 4—6 дБ.

Увеличить длительность звучания можно, уменьшив расстояние между канавками (обеспечить частотную характеристику с завалом в области низших частот), однако для этого нужно уменьшить громкость записи; что в свою очередь требует дальнейшего снижения поверхностного шума звукооснимателя.

В связи с разработкой и применением новых электродинамических систем рекордеров с электромеханической обратной связью качественные показатели каналов записи оказались равными показателям лучших систем магнитной записи.

Современная записывающая аппаратура имеет следующие технические данные. Частотный диапазон записи 30—15 000 гц с неравномерностью частотной характеристики не более $\pm 1,5$ дБ. Нелинейные искажения при максимальной колебательной скорости — менее 1%. Уровень шумов относительно максимального уровня сигнала — 52 дБ. Кроме того, такая аппаратура обеспечивает неравномерность движения звукооснимателя не более 0,05%, контроль записи с катушки обратной связи в процессе записи и автоматическую регулировку расстояния между канавками.

Следующим важнейшим звеном, определяющим качество записи, является звукоосниматель.

В настоящее время вместо воска, создающего значительный поверхностный шум, записи ведут на лаковых дисках. Поверхностный шум записи на таких дисках меньше шума магнитной ленты.

Современный технологический процесс производства металлических матриц для прессования пластинок позволяет получить копии, мало отличающиеся от оригинала. Сами пластинки в настоящее время изготавливаются из чистой винилитовой смолы, что также значительно снижает уровень шума.

Чтобы реализовать высокие качественные показатели канала записи, необходимо иметь соответствующие каналы воспроизведения. Однако воспроизводящие устройства должны быть одновременно дешевыми и доступными большинству потребителей, поэтому они выпускаются нескольких классов, разного качества и различной стоимости.

Основными элементами канала воспроизведения, определяющими его качество, являются звукоосниматель и приводной механизм. Качественные показатели лучших,

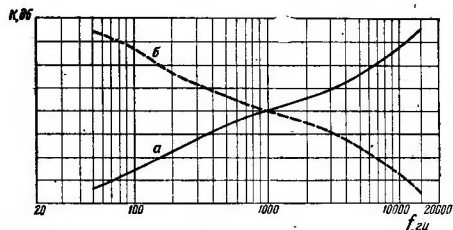


Рис. 3 На шкале К дБ указаны деления в дБ через 5 дБ, с — 20 дБ и до +20 дБ.

звукооснимателей соответствуют современным требованиям. Так, динамические звукоосниматели имеют частотный диапазон более 20 кГц, а вертикальная нагрузка на канавку не превышает 5 г.

Приводные механизмы для массовых электропроигрывателей являются пока наиболее слабым звеном в системе граммофонной записи. Механическая вибрация двигателя создает при воспроизведении низкочастотные помехи и частотную модуляцию, снизить уровень которых можно при использовании сложных механических фильтров, которые применяются пока в профессиональных установках.

Дальнейшее снижение скорости записи в целях лучшего использования поверхности звукооснимателя неразрывно связано с усовершенствованием приводных механизмов, поэтому работам в этой области уделяется много внимания.

Трение между иглой и канавкой при проигрывании фонограммы приводит к износу как иглы, так и канавки, поэтому материал иглы и звукооснимателя должны создавать малый коэффициент трения и быть износостойкими, однако, более износостойкой должна быть игла, так как она в процессе проигрывания испытывает непрерывное трение. С появлением долгоиграющих пластинок появилась необходимость в применении корундовых и алмазных игл вместо стальных. Средняя продолжительность жизни корундовой иглы равна примерно 100 час. звучания (за это время игла проходит путь 200 км). Однако лучшими являются алмазные иглы, которые практически можно считать вечными.

Появившиеся сейчас стереофонические грампластинки и проигрыватели свидетельствуют о дальнейшем развитии механической записи. Основной трудностью в ее дальнейшем совершенствовании является снижение поверхностных шумов звукооснимателя. При уменьшении этих шумов механическая запись достигнет еще более высоких показателей при экономном расходовании материалов.

СИНХРОНИЗАТОР ДЛЯ ЛЮБИТЕЛЬСКОЙ КИНОУСТАНОВКИ

Е. Борисов

В предлагаемом электронном устройстве синхронизация работы магнитофона и кинопроектора производится по импульсно-фазовому методу. Сущность этого метода состоит в следующем.

На одной из дорожек магнитной ленты записываются синхронимпульсы, следующие друг за другом с постоянной и строго определенной частотой. На ведущий вал двигателя кинопроектора насаживают кулачок, который при вращении вала замыкает специальные контакты. Синхронизирующее устройство работает таким образом, что при равенстве частоты следования импульсов частоте замыкания контактов кинопроектора, последний работает синхронно с магнитофоном. Принцип действия устройства, позволяющего сравнивать эти частоты и таким образом синхронизировать работу обоих аппаратов, поясняется рис. 1.

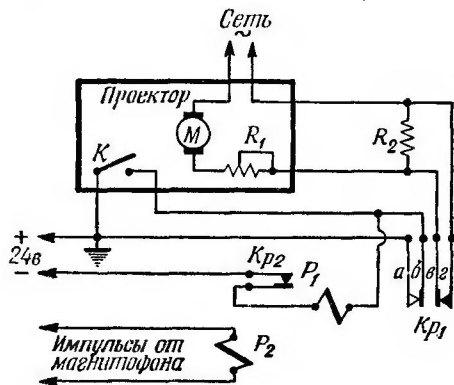


Рис. 1. Схема синхронизатора

При замыкании контактов проектора K срабатывает реле P_1 , якорь которого благодаря блокирующим контактам $a-b$ остается в притянутом состоянии до тех пор, пока не сработает реле P_2 . При срабатывании реле P_1 , его контакты $b-g$ размыкаются и последовательно с обмоткой двигателя кинопроектора включается дополнительное сопротивление R_2 , что снижает скорость двигателя. Чем дольше якорь реле P_1 находится в притянутом состоянии, тем значительнее снижение скорости. В момент прихода сигнального импульса от магнитофона срабатывает реле P_2 , которое своими контактами размыкает цепь питания реле P_1 . Контакты $b-g$ реле P_1 на короткое замыкают сопротивление R_2 , в результате чего скорость двигателя начинает увеличиваться. Время нахождения реле P_1 в притянутом состоянии зависит от соотношения скоростей проектора и магнитофона.

При правильном соотношении скоростей магнитофона и кинопроектора, сигнальный импульс приходит как раз в тот момент, когда контакты K размыкаются и реле P_1 отпускает (рис. 2, а). Состояние реле P_1 при увеличении скорости проектора поясняется рис. 2, б, а при уменьшении — рис. 2, в. В начальные моменты времени для всех трех случаев соотношения скоростей

магнитофона и кинопроектора приняты правильными.

Выбор частоты замыкания контактов на проекторе (или, что одно и то же, частоты повторения сигнальных импульсов, записанных на магнитной ленте) определяется двумя условиями: верхний предел частоты — временем срабатывания и отпущения реле P_1 и P_2 , а нижний — опасностью неравномерного (рывками) вращения двигателя кинопроектора.

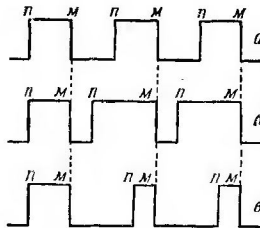


Рис. 2. Графики, поясняющие состояние реле P_1
п — момент замыкания контакта на кинопроекторе,
м — момент прихода импульса от магнитофона.

В описываемой конструкции контакты проектора замыкаются четыре раза в секунду (с частотой 4 гц), то есть один раз за четыре кадра при скорости проекции 16 кадров в секунду. Выбор такой частоты удовлетворяет перечисленным требованиям и, кроме того, упрощает конструкцию контактной системы K в случае применения кинопроектора «Ваймар-3», у которого на четыре кадра приходится один оборот приводной оси. В этом случае контакты (можно использовать контактную пару от какого-либо реле) крепятся на кожухе грейферного механизма так, что один из них касается насаженного на приводную ось стрободиска, которому лапильником придается форма кулачка (рис. 3, а). В случае применения другого проектора конструкция контактов может быть иной. Например, в проекторе «Ваймар-1» контакты монтируют около зубчатого лентопротяжного барабана, на который нужно насадить либо диск с пятью кулачками (так как этот барабан делает один оборот за 20 кадров), либо шайбу из изолирующего материала с пятью вырезами (рис. 3, б). Конструкция контактной системы может быть любой, необходимо только учитывать, что время нахождения контакта в замкнутом состоянии должно составлять примерно $1/5$ времени нахождения его в разомкнутом состоянии.

На панели магнитофона на съемном металлическом угольнике (рис. 4) укрепляется дополнительная маг-

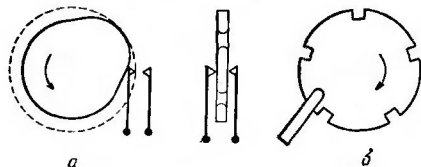


Рис. 3. Контактные системы проекторов

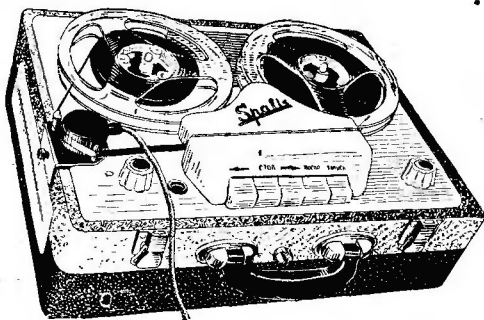


Рис. 4. Магнитофон «Spalis» с дополнительной универсальной головкой

нитная головка в стальном экране и две направляющие колонки. Можно применить универсальную головку от любого двухдорожечного магнитофона.

Все детали, необходимые для механической переделки магнитофона «Spalis» и кинопроектора «Ваймар-3», приведены на рис. 5.

Принципиальная схема синхронизатора приведена на

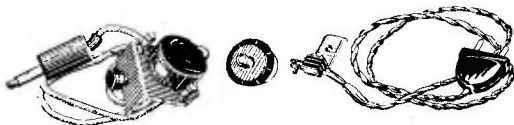


Рис. 5. Детали для переделки магнитофона и кинопроектора

рис. 6. В нижнем положении переключателя Π_1 («Запись синхроимпульсов») левый триод лампы Λ_1 работает в режиме RC генератора. Частота генерируемых колебаний около 1 кГц. В моменты замыкания контактов К кинопроектора с помощью магнитной головки ГУ эти колебания записываются на второй дорожке магнитной ленты (старая запись должна быть предварительно стерта). Необходимость применения вспомогательного напряжения объясняется трудностью непосредственной записи на магнитной ленте импульсов с частотой повторения 4 гц, выбор же частоты вспомогательного напряжения, равной 1 кГц, связан с максимальной отдачей ленты на этом участке низкочастотного диапазона.

При записи синхронимпульсов киноленту в проектор не заряжают, а его скорость поддерживают постоянной с помощью реостата и стрободиска.

После записи ленту на магнитофоне перематывают обратно и приступают к озвучиванию фильма. Двигатель проектора включают в электрическую сеть последовательно с контактами М синхронизатора. Для этого шнур, находящийся снизу проектора, вынимают из своего гнезда и подсоединяют к контактам М. Затем фильм, подлежащий озвучиванию, заряжают в проектор и делают на его начальном ракурсе отметку, по которой впоследствии фильм будет выставляться для демонстрации. Поставив переключатель Π_1 в верхнее положение («Демонстрация»), выключают магнитофон и производят запись звукового сопровождения фильма.

В этом случае синхронимпульсы, выделяющиеся на магнитной головке, поступают на двухкаскадный усилитель, выполненный на лампе Λ_1 , детектируются диодом D_1 и четыре раза в секунду вызывают срабатывание реле P_2 , включенного в анодную цепь правого триода лампы Λ_2 . Сравнение же скоростей магнитофона и проектора и управление скоростью проектора производится с помощью реле P_1 , как было описано выше.

Для облегчения запуска системы в схему синхронизатора введен каскад автоматического включения двига-

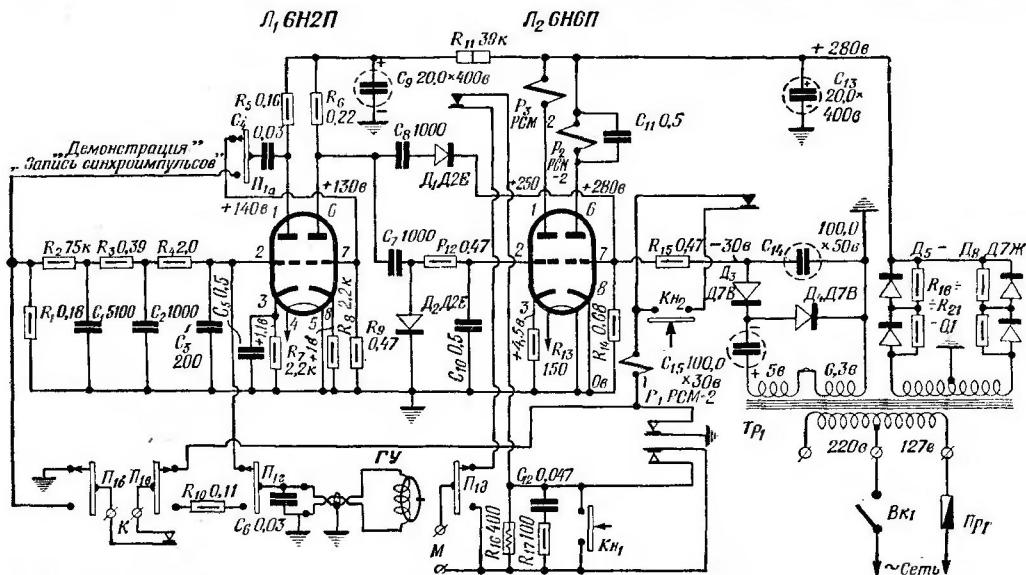


Рис. 6. Принципиальная схема синхронизатор. Между конденсатором C_6 и диодом D_1 следует включить сопротивление порядка 500 ком. Второй вывод сопротивления нужно заземлить.

теля проектора. При отсутствии синхрои́мпульсов якорь реле P_3 , включенного в анодную цепь левого триода лампы L_2 , притянут, и цепь питания двигателя проектора разорвана. Появление синхронизирующего напряжения вызывает за́пирание этого триода благодаря наличию в его сеточной цепи пикового детектора D_2 . В результате реле P_3 отпускает и на двигатель подается напряжение питания.

Демонстрация озвученного фильма производится так же, необходимо только перед запуском системы выставить фильм в проекторе по сделанной на ракорде отметке. В случае, если при демонстрации фильма обнаружится некоторое рассогласование между звуком и изображением (оно может появиться либо в начале части, сразу после запуска системы, либо после прохождения эксплуатационных склеек на киноплёнке или магнитной ленте, а также может быть вызвано кратковременным изменением скорости двигателя проектора) с помощью кнопок K_{H_1} («Ускорить») или K_{H_2} («Замедлить») его можно легко устранить (рис. 6).

В схеме синхронизатора применены широко распространенные детали. Все три реле типа РСМ-2 с током срабатывания 24 мА. Силовой трансформатор синхронизатора выполнен на сердечнике из пластин Ш-24, толщина набора 25 мм. Сетевая обмотка состоит из двух

секций, одна из которых содержит 700 витков провода ПЭВ-0,38, другая 515 витков провода ПЭВ-0,27. Повышающая обмотка имеет 2×1500 витков провода ПЭВ-0,15, 6-вольтовая обмотка накала ламп содержит 38 витков провода ПЭВ-1,0, а 5-вольтовая — 31 виток провода ПЭВ-0,51. Вместо лампы 6Н2П можно применить лампу 6Н9С; а вместо 6Н6П—6Н1П, 6Н5П или 6Н8С.

Налаживание правильно собранного синхронизатора несложно и сводится к подбору величины емкости C_6 для настройки универсальной магнитной головки в резонанс со вспомогательной частотой синхрои́мпульсов. В случае, если амплитуда синхрои́мпульсов, поступающих на управляющую сетку правого триода лампы L_2 , окажется почему-либо недостаточной для надежного срабатывания реле P_2 , увеличив сопротивление R_{15} , можно уменьшить величину запирающего напряжения на сетке лампы. Применение другого типа проектора (не «Ваймар») может потребовать некоторого изменения величины сопротивления R_{16} .

Правильно налаженная система обеспечивает устойчивую синхронизацию при изменении напряжения сети на $\pm 10\%$ относительно того напряжения, при котором был подобран наивыгоднейший режим работы системы с помощью реостата проектора.

УЛУЧШЕНИЕ РАБОТЫ УСИЛИТЕЛЯ МАГНИТОФОНА „ЯУЗА-5“

Усилитель магнитофона «Яуза-5» («Радио» № 12, 1960, стр. 27) имеет ряд недостатков. Публикуемая ниже заметка поможет радиолюбителям без особых затруднений устранить некоторые из них.

Схема высокочастотного генератора магнитофона такова, что между катодом и подогревателем лампы Λ_4 может наступить пробой (для лампы типа 6П14П напряжение пробоя не должно превышать 100 в). Устранить эту опасность можно, запирая лампу большим катодным напряжением, для чего в схему усилителя достаточно добавить всего два сопротивления (точки a — a' на рис. 1) 47 и 200 ком.

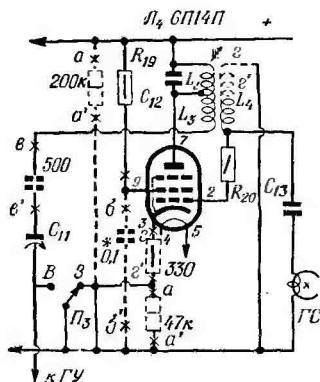


Рис. 1

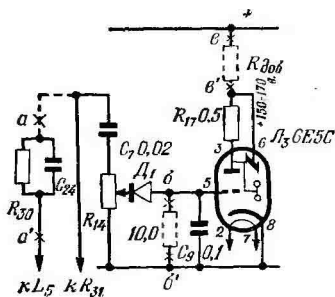


Рис. 2

В цепи экранирующей сетки генераторной лампы Λ_4 нет развязывающего конденсатора, что значительно снижает мощность генератора. Включить конденсатор можно согласно рис. 1, точки $б$ — $б'$.

Подстроечный конденсатор C_{11}

(КПК-1) в цепи универсальной головки работает в тяжелом режиме. Для защиты его от пробоя, последовательно с ним со стороны контура следует включить слюдяной конденсатор (КСО) емкостью не менее 500 пф на рабочее напряжение не менее 500 в (точки $в$ — $в'$ на рис. 1).

Для устранения постоянного намагничивания универсальной головки при записи, что ухудшает работу магнитофона в режиме воспроизведения, необходимо провод, идущий от корректирующей цепочки R_{30} , C_{24} , подключить к конденсатору C_7 так, как показано на рис. 2, точки $а$ — $а'$.

Электrolитический конденсатор C_3 в цепи экранирующей сетки первой лампы недостаточно надежен. Появление тока утечки, высыхание конденсатора или внутренний обрыв приводят к резкому снижению усиления каскада. Для повышения надежности работы каскада следует заменить этот конденсатор на более надежный КБГ или КБГМ, причем будет достаточно емкость 0,25—0,1 мкф.

Для облегчения наблюдения за уровнем записи в сеточной цепи индикатора уровня записи целесообразно применять цепочки с большей постоянной времени, для чего следует поменять местами конденсаторы C_7 и C_6 , добавив сопротивление утечки сетки в 10 Мом (рис. 2, точки $б$ — $б'$).

В случае использования лампы 6Е5С и при записи и при воспроизведении для уменьшения выгорания ее экрана и снижения отдаваемого тепла следует установить напряжение на аноде и «ноже» 150—170 в, подобрав гасящее сопротивление $R_{доб}$ в анодной цепи лампы Λ_3 (рис. 2, точки $в$ — $в'$).

Однотактная схема генератора, примененная в магнитофоне «Яуза», приводит к тому, что ток подмагничивания содержит ярко выраженные четные гармоники, главным образом вторую. Для улучшения формы волны тока целесообразно ввести отрицательную обратную связь по току, исключив блокировочный конденсатор на катодном сопротивлении генераторной лампы (рис. 1 точки $г$ — $г'$). Введение отрицательной обратной связи требует соответствующего усиления положительной обратной связи, то есть количество витков катушки L_4 в цепи сетки нужно увеличить.

Ю. Пахомов

The diagram illustrates a control system with multiple feedback loops. Key components include:

- Inputs:** Two circular symbols on the left represent external inputs or reference signals.
- Feedback Loops:** Labeled ΓZ and ΓB on the left, and ΓC at the top.
- Functional Blocks:**
 - CM (Comparator/Mixer)
 - AM_1 and AM_2 (Amplifiers)
 - $УУ_2$ (Control Unit)
 - $ДВ_2$ (Drive)
 - $КС_2$ (Control System)
 - $ДК_2$ (Drive)
 - $СТ$ (Control Unit)
 - $ВТ_1$ (Control Unit)
 - $ДК_1$ (Drive)
 - $ДВ_1$ (Drive)
 - $КС_1$ (Control System)
 - $УУ_1$ (Control Unit)
 - Φ_1 and Φ_2 (Phase Shifters)
 - $ДМ_1$ and $ДМ_2$ (Drive Motors)
 - $\Phi Д_1$ and $\Phi Д_2$ (Phase Drives)
 - Φ_0 (Phase Shifter)
 - ΦP (Phase Processor)
- Connections:** A network of lines connects these blocks, with some labeled δ and B , indicating specific signal paths or delays.

ти в
част
фут
овой
прае

При разработке аналогичных систем, очевидно, будет возможно
нать дорогостоящий магнитофон МЭЗ-10 на более простой, так как для
ления не требуется столь широкая полоса воспроизведения, как
а следовательно, и имеется возможность работы на меньших скоростях
жения магнитной ленты, усилитель магнитофона можно выполнить э
тельно проще и т. д.

Изготовление описываемой системы управления металлорежущими станками позволит значительно упростить управление станком. В процессе построения и налаживания такой простейшей управляющей установки радиотехники приобретут опыт, необходимый для освоения более сложных автоматических устройств.