

ЭЛЕКТРОПРОИГРЫВАТЕЛЬ С ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМ

В ряду источников музыкальных программ современный электропроигрыватель стоит на первом месте, удовлетворяя самые взыскательные вкусы любителей высококачественного звучания. Этим, по-видимому, можно объяснить сдержанность зарубежных фирм — в том числе и голландской фирмы Филипс, разработавшей так называемую цифровую (ИКМ) грампластинку «Компакт-диск» и звуковой лазерный проигрыватель для ее воспроизведения, — в отношении быстрого внедрения цифровой записи в бытовую технику. По мнению специалистов, цифровые проигрыватели вряд ли смогут стать серьезными конкурентами аналоговых в ближайшие десять лет («Радиоэлектроника за рубежом», информ. бюл., 1982, вып. 15 (1961)).

А пока аналоговые проигрыватели переживают своего рода бум: число их моделей на мировом рынке достигло нескольких сотен. Появились модели с встроенными микропроцессорами.

Не улучшая электроакустических параметров проигрывателя, введение микропроцессора до предела упрощает управление им, гарантирует грампластинку и иглу звукоснимателя от случайных повреждений, позволяет уйти от «жесткой» последовательности произведений, записанных на пластинке.

Из других новшеств, нашедших применение в современных электропроигрывателях, можно отметить широкое внедрение так называемого непосредственного привода диска (шпиндель диска является продолжением вала сверхтихоходного электродвигателя) и тангенциальных тонармов (проигрыватели с такими тонармами выпускают все наиболее известные фирмы-производители ЭПУ).

Непосредственный привод диска, вообще говоря, не избавляет от детонации и рокота. Интенсивность последнего, в частности, зависит не только от числа полюсов двигателя, но и от качества развязки между диском и звукоснимателем. Однако сам механизм привода, включая обслуживающую его электрическую часть, очень технологичен и дешев в производстве, что во многих случаях играет решающую роль.

Тангенциальные тонармы по праву считаются наиболее совершенными из всех известных конструкций. Такой тонарм, как известно, ведет головку звукоснимателя точно по радиусу грампластинки и поэтому обеспечивает наиболее верное воспроизведение механической записи: горизонтальный угол погрешности, приводящий к искажениям в виде второй гармоники сигнала, у тангенциального тонарма не превышает $0,01^\circ$, в то время как у традиционных тонармов с поворотной ножкой он достигает 2° . Не менее важно и то, что тангенциальный тонарм не нуждается в компенсаторе скатывающей силы, легко поддается автоматизации. Существует, правда, мнение, что тангенциальные тонармы сложнее поворотных, однако это можно отнести только, пожалуй, к классическим устройствам с ходовым винтом, приводимым во вращение реверсивным электродвигателем. Читателям журнала известны и более простые конструкции: с шаговым двигателем московского радиолюбителя Ю. Щербака («Радио», 1980, № 6—10), тангенциальный тонарм с «непосредственным» (под действием на иглу звукоснимателя звуковой канавки) приводом, примененным в электрофоне «Каравелла-203-стерео» («Радио», 1982, № 11). Можно не сомневаться, что в недалеком будущем будут предложены и еще более простые тангенциальные тонармы.

С электропроигрывателем «Электроника Б1-04» читатели уже знакомы (краткая информация о нем опубликована в «Радио», 1980, № 7, с. 30). Это первый отечественный проигрыватель-полуавтомат высшего класса с тангенциальным тонармом и сенсорным управлением. Для прослушивания грампластинки его владельцу достаточно коснуться сенсорного контакта, а все остальное сделает автоматика: она определит формат грампластинки, опустит звукосниматель точно на вводную канавку, поднимет его, когда игла выйдет на выводную канавку, и вернет в исходное положение. Предусмотрено выборочное воспроизведение любого участка пластинки. Электронная коммутация сигнальных цепей предотвращает щелчки в моменты входа иглы звукоснимателя в канавку пластинки и выхода из нее. Повреждение иглы при отсутствии пластинки на диске проигрывателя полностью исключено.

«Электроника Б1-04» — сложное устройство. Ограниченный объем журнальной статьи не позволил авторам подробно рассказать о работе всех его узлов. Тем не менее приводимых сведений и полной принципиальной схемы проигрывателя, на наш взгляд, вполне достаточно для того, чтобы подготовленный радиолюбитель-конструктор самостоятельно смог разобраться в тонкостях его работы.

В. ПАРФЕНОВ,
В. ОРАНСКИЙ,
В. ЛАПТЕВ,
В. КОВЕЛЬСКИЙ

Электропроигрыватель высшего класса «Электроника Б1-04» предназначен для высококачественного воспроизведения стереофонической и монофонической механической записи со стандартных грампластинок всех форматов и рассчитан на работу с усилителем, имеющим вход для подключения звукоснимателя с магнитной головкой.

В электропроигрывателе применен так называемый тангенциальный тонарм, обеспечивающий вследствие перемещения головки точно по радиусу пластинки (аналогично рекордеру при записи оригинала) минимальные искажения воспроизводимой фонограммы. Основное достоинство проигрывателя состоит в том, что все операции управления звукоснимателем выполняются дистанционно, с помощью сенсоров. Это гарантирует от случайного повреждения пластинки иглой звукоснимателя, а малая масса тонарма, отсутствие скатывающего момента и малая прижимная сила разгружают иглу до минимума и продлевают срок службы как ее, так и грампластинки.

Предусмотрены перемещение звукоснимателя с большой и малой скоростью в любую сторону, опускание головки звукоснимателя на любой участок грампластинки, переключение частоты вращения диска. Возможность повреждения иглы звукоснимателя при отсутствии грампластинки на диске и отключении питающей сети исключается системой автоматики, которая также устанавливает звукосниматель на вводную канавку пластинки и поднимает его после окончания воспроизведения.

Основные технические характеристики

Частота вращения диска, мин ⁻¹	33,33;45,11
Коэффициент детонации, %, не более	0,1
Относительный уровень рокота (со взвешивающим фильтром), дБ, не более	-66
Номинальный диапазон частот, Гц	20...20 000
Чувствительность звукоснимателя, мВ · с/см	0,7...1,7
Прижимная сила звукоснимателя, мН	8...10

ТОНАРМОМ «ЭЛЕКТРОНИКА Б1-04»

Частота основного резонанса тонарма, Гц	9...10
Разделение между стереоканалами, дБ, не менее, на частотах, Гц:	
315, 5000	20
1000	25
10000	15
Уровень электрического фона, дБ, не менее	—65
Мощность, потребляемая от сети, Вт	25
Габариты, мм	500×400×105
Масса, кг	13
Цена — 840 руб.	

Кинематическая схема электропроигрывателя приведена на вкладке. Диск проигрывателя 20 приводится во вращение сверхтихоходным синхронным конденсаторным электродвигателем 23 (ТСК-1). Диск динамически сбалансирован и благодаря большой массе обеспечивает малый коэффициент детонации. Низкий относительный уровень рокота достигнут применением сверхтихоходного двигателя, демпфирующих развязок на пути распространения вибраций и втулки из специального материала в опоре 24.

В «Электронике Б1-04» использован тонарм 14 трубчатой конструкции. Минимальное трение в вертикальной плоскости достигнуто применением специальной ножевой опоры 9, а в горизонтальной — двух установленных в колонке 38 радиальных подшипников. На этой же колонке закреплен датчик модулятора (наличия грампластинки), состоящий из кронштейна 10 со штангой 15 и фотодатчика 17, и рычаг 8, опускающий тонарм на грампластинку. Рычаг приводится в движение электромагнитом 34 с системой рычагов 35, 32, пружин 33, 36 и пневмотормозящим устройством 37, осуществляющим замедленное опускание и быстрый подъем тонарма.

Датчик следящей системы перемещения звукоснимателя 12 выполнен в виде прямоугольного корпуса с прорезью, в который помещена фигурная шторка 11, совершающая колебательные движения во время проигрывания пластинки. Собственно датчик 12 состоит из источника света и фоторезистора. Его положение относительно шторки регулируют винтом.

Каретка 19 со звукоснимателем перемещается по направляющим 1 на двух призмах 31 и ролике 39. Каретка приводится в движение электродвигателем 25 (ДП-25). Вращение его вала через шкивы 27, 29 и пассив 28 передается ходовому винту 30 с гайкой в

шаровой обойме 18. Рабочий ход звукоснимателя ограничен двумя концевыми выключателями 2. Балансируют тонарм противовесом 7, снабженным перемещающимся грузом 41. Прижимную силу звукоснимателя регулируют перемещением по трубке тонарма груза 13.

Несущая плита электропроигрывателя 26 установлена на трех амортизаторах, каждый из которых состоит из плоской пружины 5, маятниковой подвески 3 и резиновой опоры 4. Маятниковый подвес диска с тонармом обеспечивает высокую точность следования иглы по канавке пластинки даже при значительных внешних воздействиях на корпус электропроигрывателя (сотрясения, акустическая обратная связь и т. п.).

Принципиальная схема электрической части проигрывателя приведена на рисунке. Она состоит из блока автоматики, генератора, питающего двигатель привода диска, и стабилизированного источника питания.

Блок автоматики состоит из четырех функциональных узлов: сенсорного переключателя (А11), привода каретки звукоснимателя (А14, А18), модулятора с устройством управления микролифтом (А1) и узла звукоснимателя (А6). В этот блок входят также фотозлектрические датчики формата (платы А8, А7) грампластинки и ее отсутствия на диске (А3), системы слежения за перемещением звукоснимателя (А4, А5) и зоны автостопа (А19), электромеханический узел микролифта, двигатель привода каретки звукоснимателя М2, сенсорные контакты Е1—Е5 (А13) и концевые выключатели S1, S2.

Ющую цель (А12), сенсорные контакты переключения скорости и светодиода (А15).

Блок питания состоит из понижающего трансформатора, выпрямителя (плата А17), фильтрующих конденсаторов С2, С3 и стабилизаторов напряжения (платы А16 и А18').

Блок автоматики управляется сенсорными контактами Е1—Е5 (А13), с помощью которых можно включить следующие режимы работы:

Е1 и Е5 — ускоренное перемещение звукоснимателя соответственно влево и вправо (автоматический режим) с подъемом его из опущенного состояния;

Е2 и Е4 — медленное перемещение влево и вправо (только во время касания контактов пальцами) и подъем звукоснимателя;

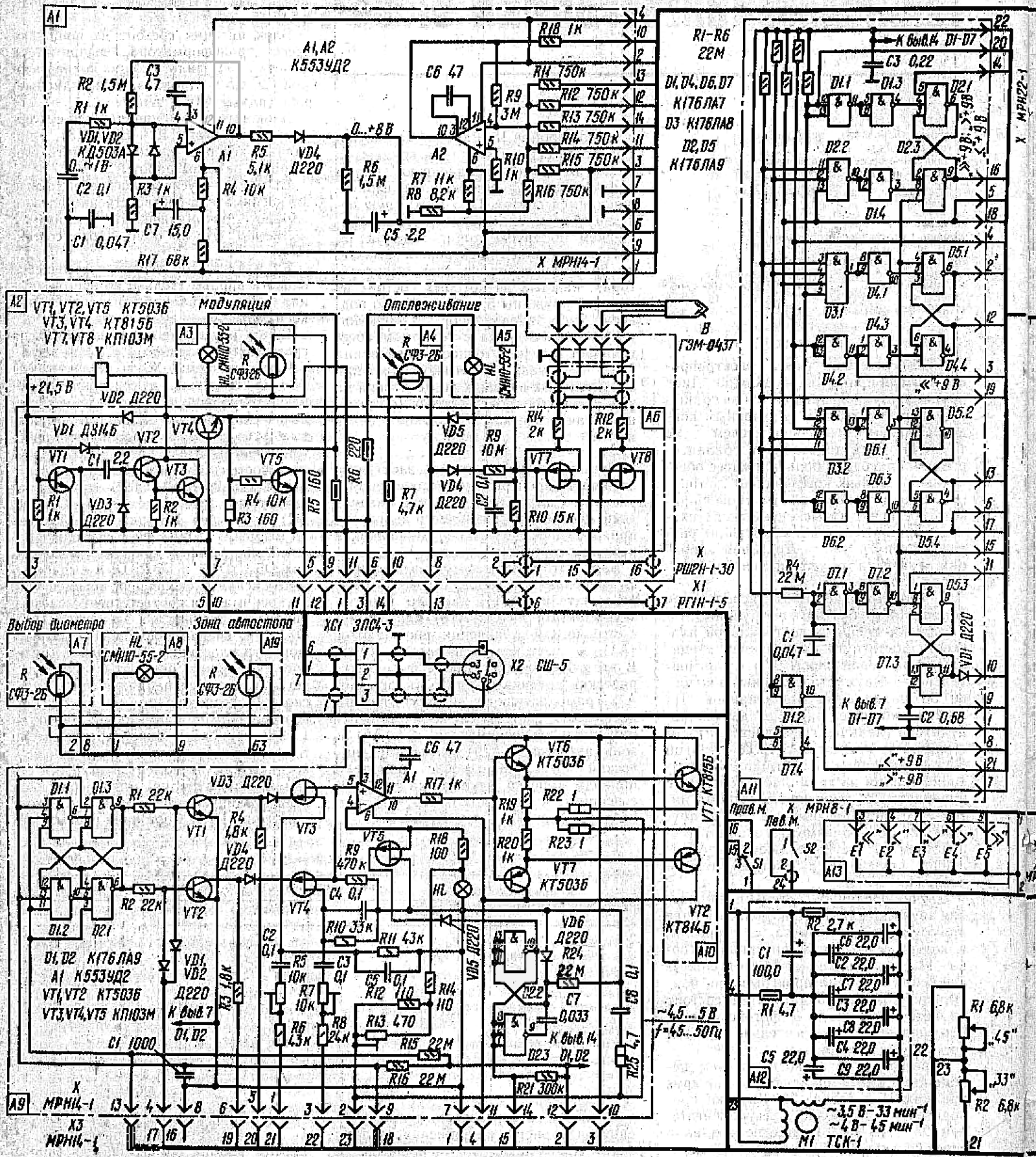
Е3 — опускание звукоснимателя на грампластинку.

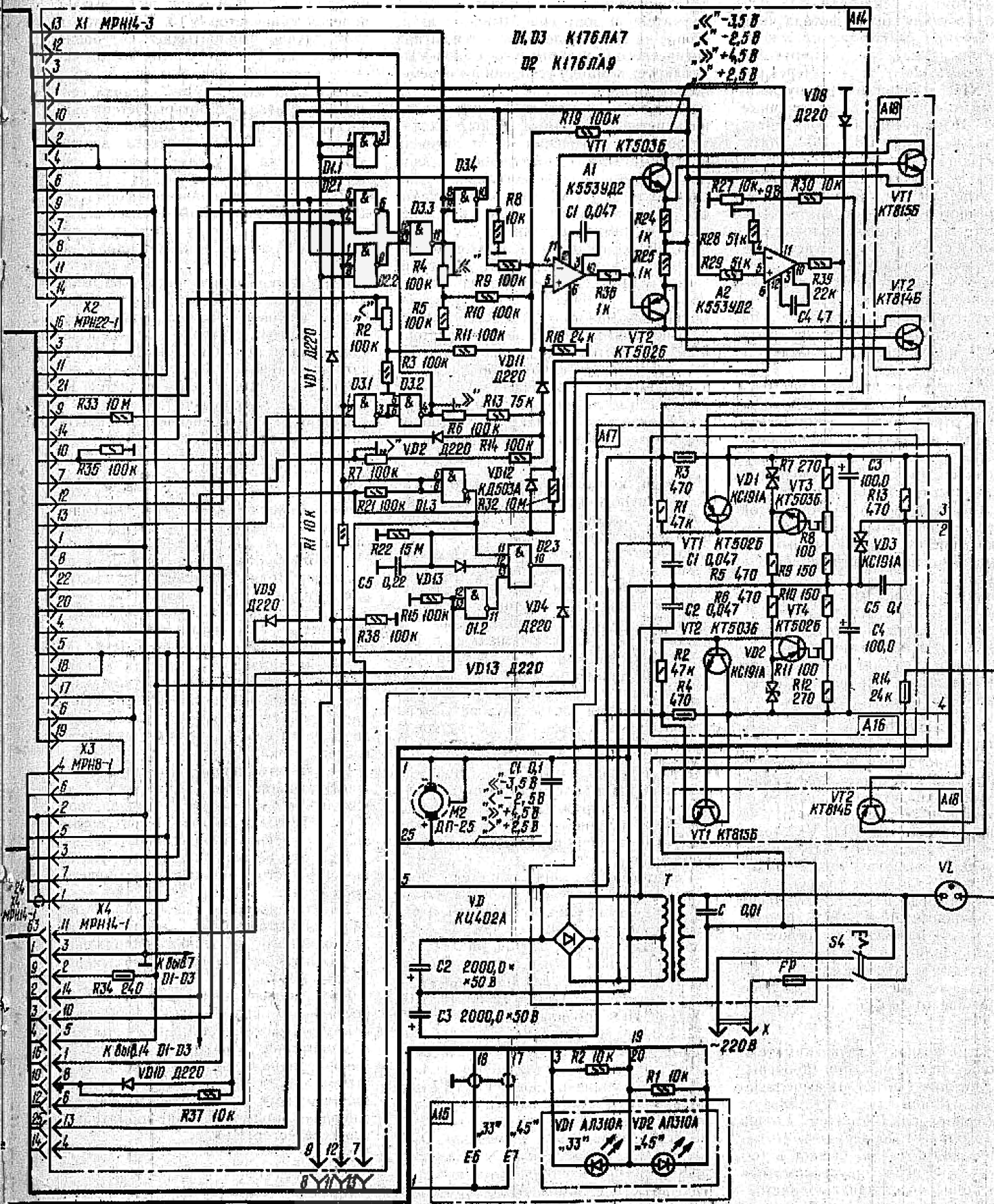
Через разъемы Х2 и Х3 контакты Е1—Е5 соединены с сенсорным переключателем А11, в котором проводится логический анализ команд и вырабатываются сигналы, управляющие работой проигрывателя. Этот узел устройства состоит из трех элементов совпадения (D2.2, D3.1, D3.2), тринадцати инверторов (микросхемы D1, D4, D6, D7) и четырех RS-триггеров. Триггер на элементах D2.1, D2.3 управляет работой микролифта, триггеры на элементах D5.1, D4.4 и D5.2, D5.4 вырабатывают сигналы ускоренного перемещения звукоснимателя соответственно влево и вправо, а триггер на элементах D5.3, D7.3 — сигнал блокировки датчика формата пластинки. В исходное (нулевое) состояние все четыре триггера устанавливаются напряжением логического 0, возникающим на выходе инвертора D7.2 при замыкании контактов 1 и 2 концевой микропереключателя S1 в крайнем правом положении звукоснимателя. В момент включения питания эта функция микропереключателя дублируется цепью R4C1 на входе инвертора D7.1. Состояния первых трех

Команда (состояние)	Уровень напряжения на выводе логического элемента					
	D2.3.9	D4.4.4	D5.4.4	D1.2.10	D7.4.4	D4.2.11
(Исходное)	1	0	0	0	0	0
Ускоренное перемещение звукоснимателя влево	1	1	0	0	0	1 (импульс)
То же, вправо	1	0	1	0	0	0
Медленное перемещение звукоснимателя влево	1	0	0	1	0	0
То же, вправо	1	0	0	0	1	0
Опускание звукоснимателя	0	0	0	0	0	0

Блок генератора содержит генератор синусоидального напряжения (платы А9 и А10), двигатель привода диска электропроигрывателя М1, фазосдвига-

триггеров и инверторов D1.2, D4.2 и D7.4, соответствующие различным режимам работы проигрывателя, приведены в таблице.





Узел модулятора и микролифта (плата А1) состоит из усилителя (ОУ А1) сигналов, поступающих от фотодатчика (плата А3) при отсутствии пластинки на диске проигрывателя, выпрямителя (VD4) и сумматора (ОУ А2). Через резисторы R11—R15 на инвертирующий вход сумматора поступают единичные сигналы положительной полярности (с выходов элементов D3.2, D3.3 платы А14, триггера на элементах D2.1, D2.3 и инвертора D4.2 платы А11, а также с выхода выпрямителя на диоде VD4), а через резистор R16 — отрицательной. При отсутствии сигналов положительной полярности (а это, в частности, означает, что на диске есть пластинка) на выходе ОУ А2 устанавливается положительное напряжение. В результате открывается транзисторный ключ в цепи питания электромагнита микролифта (плата А2), и звукосниматель опускается на пластинку.

Если же пластинки на диске нет, сигнал фотодатчика (прерывистый из-за модуляции отраженного диском света радиальными накладками), усиленный ОУ А1, поступает на выпрямитель, а постоянная составляющая с его выхода — на инвертирующий вход сумматора А2 (через резистор R15). По этой причине выходное напряжение сумматора оказывается отрицательным, и электромагнит микролифта сработать не может.

Постоянная составляющая с выхода выпрямителя на диоде VD4 поступает также в сенсорный переключатель (устанавливает в единичное состояние триггер блокировки датчика формата пластинки) и в узел привода каретки звукоснимателя (А14).

Этот узел состоит из устройств управления реверсивным электродвигателем постоянного тока М2 и возврата звукоснимателя в исходное положение. Первое из них представляет собой усилитель постоянного тока, собранный на ОУ А1 и транзисторах VT1, VT2, размещенных на платах А14 и А18. Электродвигатель М2 включен между выходом усилителя (эмиттеры транзисторов платы А18) и средней точкой двуполярного источника питания (А17). Необходимую скорость перемещения звукоснимателя устанавливают при регулировке подстроечными резисторами R4, R2 (соответственно быстрое и медленное движение влево) и R6, R7 (то же вправо).

Устройство возврата звукоснимателя в исходное положение при проигрывании пластинки (автостоп) выполнено на ОУ А2 (пороговый усилитель) и элементе совпадения D2.3. При наличии на всех входах этого элемента сигналов логического 1 (а это бывает в том случае, если игла звукоснимателя скользит по выводной канавке пластинки, шаг которой намного превышает шаг канавки записи, а свет лампы дат-

чика зоны автостопа перекрыт планкой, фиксирующей места остановки звукоснимателя и зону срабатывания автостопа) на его выходе появляется сигнал логического 0, который через диод VD4 дублирует команду ускоренного перемещения вправо.

Узел звукоснимателя А6 установлен на каретке с тонармом. В него входят устройство включения и отключения электромагнита Y, электронные ключи, коммутирующие выводы головки звукоснимателя, и устройство, блокирующее срабатывание электромагнита при перегорании лампы датчика модулятора. При положительном напряжении на выходе сумматора А2 (плата А1) транзистор VT4 открывается и в цепи электромагнита Y появляется ток. Одновременно открывается транзистор VT2 и включенный параллельно транзистору VT4 и резистору R3 транзистор VT3, что увеличивает начальный ток через электромагнит до 800 мА. Через 0,5...1 с (после зарядки конденсатора С1) транзистор VT3 закрывается, и ток через электромагнит уменьшается до 80...100 мА.

Ключи, коммутирующие выводы головки звукоснимателя, выполнены на полевых транзисторах VT7 и VT8 и управляют через диоды VD4 и VD5. Открываются транзисторы мгновенно вследствие шунтирования участков затвор — сток диодом VD5, а закрываются с задержкой, определяемой номиналами резистора R9 и конденсатора С2. Такое управление ключами предотвращает возникновение в усилителе НЧ помех, возникающих при срабатывании и отпуске электромагнита и в моменты касания иглы звукоснимателя пластинки и подъема ее из звуковой канавки.

При перегорании лампы датчика отсутствия грампластинки (плата А3) возрастает напряжение на стабилизаторе VD1, транзистор VT1 открывается и шунтирует цепь срабатывания электромагнита.

Генератор питания двигателя привода диска (платы А9, А10) представляет собой мощный усилитель НЧ, охваченный цепями ПОС и ООС. Первый каскад генератора собран на ОУ А1, второй (фазоинверсный) — на транзисторах VT6, VT7, третий (оконечный) — на транзисторах VT1, VT2 платы А10.

Цепи ПОС подключены к неинвертирующему входу ОУ А1 через полевые транзисторы VT3, VT4. Затворы этих транзисторов соединены с коллекторами транзисторов VT1, VT2, выполняющих функции электронных ключей. Управляются они помехоустойчивым триггером на элементах D1.1, D1.2, D1.3 и D2.1, изменяющим свое состояние при касании сенсорных контактов Е6, Е7 (плата А15). При включении электропроигрывателя в сеть на триггер через конденсатор С1 посту-

пает импульс тока, ключ на транзисторе VT1 срабатывает и открывает полевой транзистор VT3. Генератор в этом случае вырабатывает колебания частотой 37 Гц, что соответствует частоте вращения диска электропроигрывателя 33,33 мин⁻¹. При касании сенсорного контакта Е7 открывается транзистор VT4 и частота колебаний возрастает до 50 Гц (частота вращения диска увеличивается до 45,11 мин⁻¹).

Цель ООС, улучшающая форму генерируемых колебаний и стабилизирующая их амплитуду, состоит из резисторов R12—R14 и лампы накаливания НЛ.

Генератор нагружен на статорные обмотки двигателя. Одна из них подключена к средней точке источника питания генератора, а вторая — через фазосдвигающую цепь С1—С9 (плата А12) к отрицательному полюсу источника питания (-15 В), а через резистор R2 (А12) — к его средней точке.

Для быстрого преодоления момента инерции диска в момент пуска двигателя служит устройство на транзисторе VT5 и одновибраторе на элементах D2.2, D2.3. В момент размыкания контактов 1 и 2 микропереключателя S1 одновибратор вырабатывает импульс тока, открывающий на 1...2 с транзистор VT5. Благодаря этому мощность на валу двигателя возрастает, и он быстро раскручивает диск.

При восстановлении одновибратора транзистор VT5 закрывается, в цепь ООС включаются элементы R18, НЛ и устанавливается амплитуда колебаний, достаточная для того, чтобы обеспечить номинальную частоту вращения диска до опускания на грампластинку звукоснимателя (в режиме автоматического пуска).

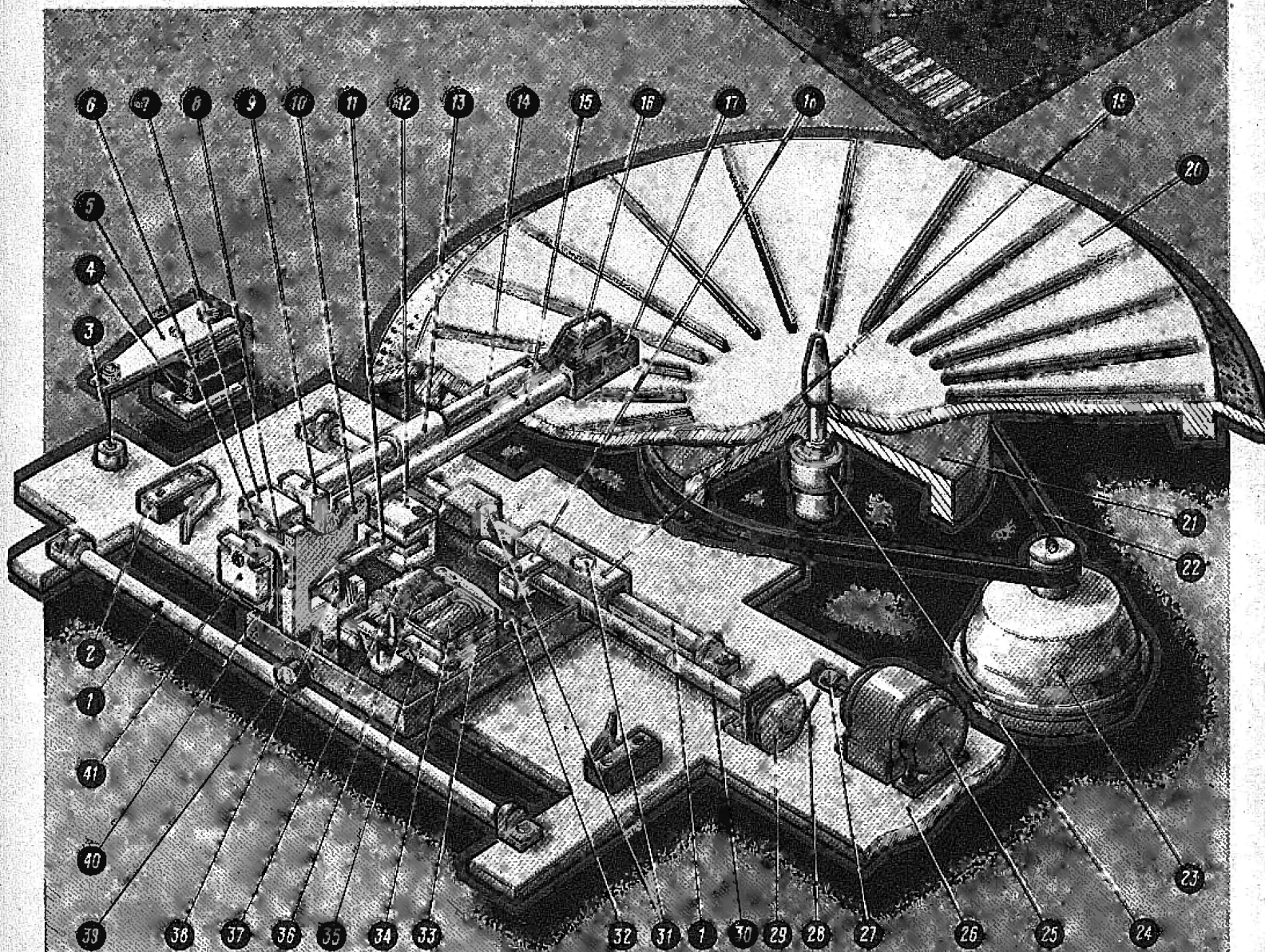
В крайнем правом положении звукоснимателя контакты 1, 2 микропереключателя S1 замыкаются, и транзисторы VT1, VT2 закрываются. В результате колебания генератора срываются, двигатель М1 останавливается, а указывающий частоту вращения диска светодиод гаснет.

Электронные узлы электропроигрывателя питаются от стабилизированного двуполярного источника напряжения с защитой от короткого замыкания (плата А17).

Напряжение питания логических микросхем дополнительно стабилизировано параметрическим стабилизатором на стабилизаторе VD3 и резисторе R13. Газоразрядная лампа VL работает в стробоскопе. Питается она переменным напряжением, поступающим на нее с первичной обмотки трансформатора Т через резистор R14.

г. Тбилиси

ЭЛЕКТРОПРОИГРЫВАТЕЛЬ С ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМ ТОНАРМОМ «ЭЛЕКТРОНИКА Б1-04»



Кинематическая схема электропроигрывателя:

1 — направляющая каретки звукоснимателя; 2 — концевой выключатель; 3 — подвес маятниковый; 4 — опора резиновая; 5 — пружина плоская; 6 — опора; 7 — противовес; 8 — рычаг опускания тонарма; 9 — опора ножевая; 10 — кронштейн; 11 — шторка датчика слежения за углом поворота тонарма; 12 — корпус с фоторезистором датчика; 13 — груз регулировки прижимной силы; 14 — трубка тонарма; 15 — штанга; 16 — головка звукоснимателя ГЗМ-043Т; 17 — фотодатчик формата пластинок;

18 — шаровая обойма с ганкой; 19 — каретка; 20 — диск; 21 — шкив; 22 — пазы резиновые; 23 — электродвигатель ТСК-1; 24 — втулка узла диска; 25 — электродвигатель ДП-25; 26 — плита несущая; 27, 29 — шкивы привода каретки; 28 — пазы резиновые; 30 — винт ходовой; 31 — призма; 32, 35 — рычаги; 33, 36 — пружины цилиндрические; 34 — электромагнит микролифта; 37 — пневмомозающее устройство; 38 — колонка; 39 — ролик; 40 — планка; 41 — груз балансирующий.