

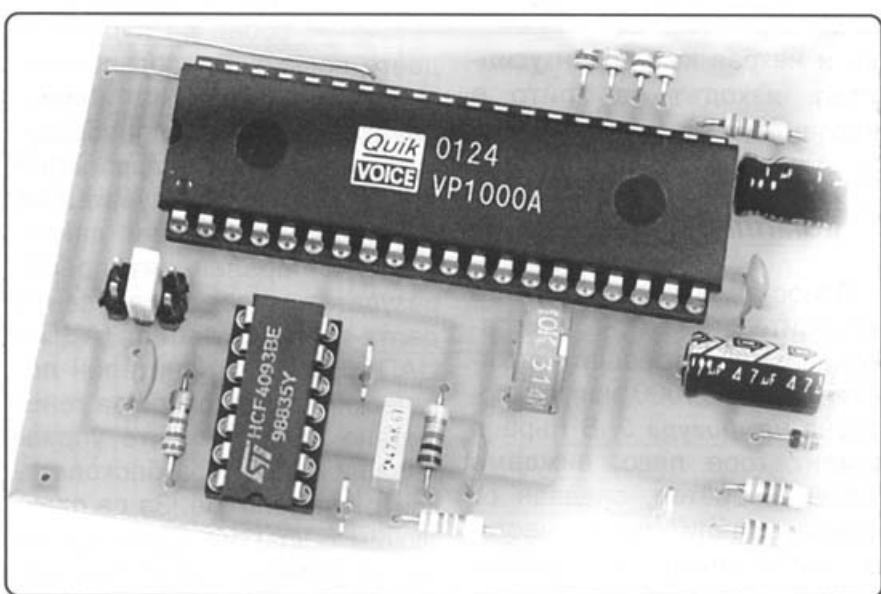
Направете си сами цифров магнитофон

Ц. Таверниер

Реализацията на цифровият магнитофон, показан в тази статия е на базата на новата интегрална схема VP 1000. VP 1000 отваря нови врати към интересни приложения в областта на цифровия звукозапис и възпроизвеждане. Освен функциите си за възпроизвеждане и запис на звук, магнитофонът ще ви позволи да отидете още по-далеч с VP 1000, благодарение на разширителни модули, статии за които ще бъдат публикувани в следващите броеве на списанието.

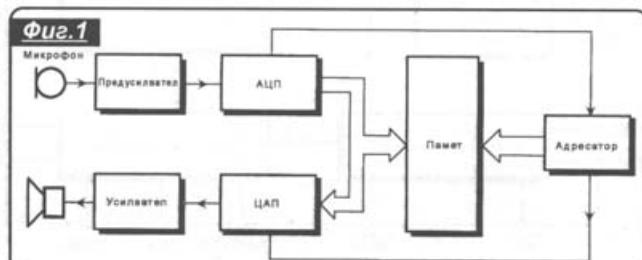
ПРИНЦИП НА РАБОТА

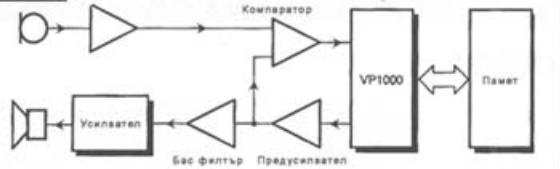
Принципът на устройство за дискретизация и квантуване на нискочестотен сигнал, или по-просто казано - цифров магнитофон, е илюстриран на *фигура 1*. Блоковата схема върши следното: при запис, сигналът идващ от микрофон или линия, след подходящо усилване постъпва към аналого-цифров преобразувател. Изходът на последния е свързан към линиите за данни на памет, която съхранява нискочестотния сигнал в цифров вид. Паметта се управлява от адресна логика, генерираща адрес, всеки път, когато се извършва цикъл на аналого-цифров преобразуване. При възпроизвеждане, същата тази памет и генераторът на адреси вече се грижат за това да подават данни към цифрово-аналогов преобразувател, сигналът на изхода на който преминава през нискочестотен филтър и след това през усил-



вател, за да достигне до високоговорител. Последният възпроизвежда сигналите, подадени на микрофона. Използваните ЦАП и АЦП са адаптивни от тип делта с цел да се постигне значително компресиране на цифровите данни. Благодарение на метода на компресирането става възможно в 256 килобита да се съхранят между 20 и 40 секунди запис. За сравнение, при просто аналого-цифров преобразуване за същото време като запис са нужни минимум 2 мегабита памет. Дори реализацията на една такава архитектура да е възможна с традиционни елементи, тя би била доста деликатна и преди всичко би изисквала относително голям брой елементи. Защастие, споменатият чип VP 1000 позволява по подобаващ начин да се опростят нещата, така че в край-

на сметка блоковата схема от *фигура 1* се свежда до схемата на *фигура 2*. Сигналът, подаван от микрофона, евентуално смесен със сигнал идващ от линия, се усилва и след това през компаратор постъпва към специализираната интегрална схема. Веднъж щом преобразуването в цифров вид се осъществи, съответните данни се запазват в енергозависимата памет, директно свързана към VP 1000. Чипът поема едновременно управлението на адресите на тази памет и на сигнала запис/четене. При четене, данните извлечени от паметта, се обработват от VP 1000 преди да се подадат към предусилвател, след това към нискочестотен фил-



Фиг.2

тър и накрая към краен усилвател, изходът на който е свързан към високоговорителя.

VP 1000 - ЕДИН ДОБРЕ КОМПЛЕКТОВАН ЧИП

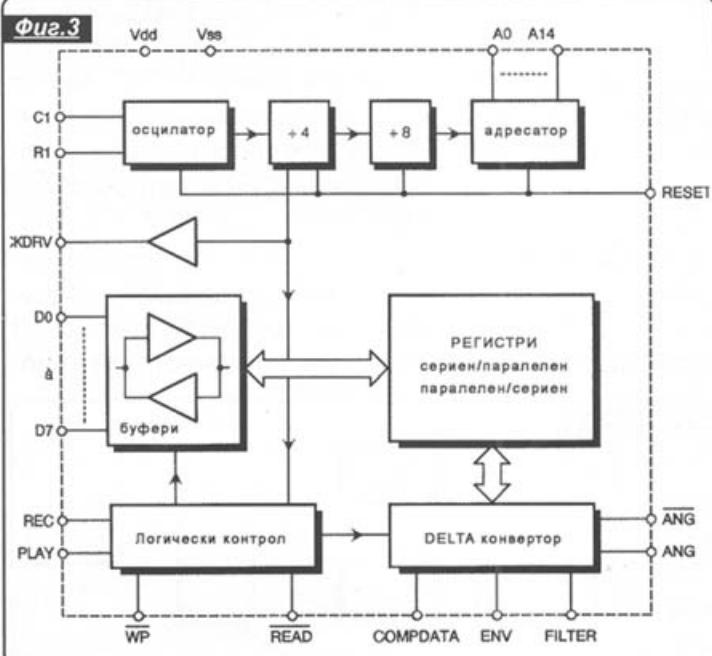
Относителната простота на процесите става ясна при запознаване с вътрешната архитектура на VP 1000, която е показана на *фигура 3*. В първия момент, горе ляво, виждаме тактов генератор, следван от поредица делители на честота, които осигуряват тактови сигнали на отделните блокове в интегралната схема. Последният делител управлява адресния генератор, отговарящ за адресните линии на паметта. Обръщаме внимание, че тези адресни линии са от A0 до A14 т.е. максималните възможности за адресиране на VP 1000, използван самостоятелно, са 32 Кбайта или 256

Кбита.

Интерфейсът към линиите за данни на паметта е базиран на буфери с три състояния, способни да работят в

двете посоки. Според посоката, данните се приемат или подават съответно от преобразувател на сериини в паралелни данни и на преобразувател на паралелни в сериини данни. Серийно-паралелният преобразувател е пряко свързан с делта преобразувателя (АЦП и ЦАП). Един допълнителен логически блок отговаря за генериране на различните управляващи сигнали за блоковете, които споменахме. За да приключим с краткия обзор на чипа, ще добавим, че той се захранва с едно единствено напрежение от 5V и неговите изводи за паметта са TTL-съвместими. Предвид факта, че е произведен по CMOS технология, на празен ход консумацията му е сведена до няколко микроампера.

СХЕМА НА ЦИФРОВИЯ МАГНЕТОФОН

Фиг.3

Въпреки че бешъл поглед върху *фигура 4* може да създаде впечатление, че магнитофонът е доста "натручен", ще се убедите, че схемата е относително проста, при усло-

вие, че се разглежда на части. Да започнем с частта, включваща паметта. VP 1000 е предназначен за пряка връзка към статични RAM памети, организирани в думи от по 8 бита и с капацитет между 2K думи от по 8 бита до 32K думи от по 8 бита. Предвид това, че изводите и техните функции при всички памети от този тип са стриктно стандартизириани, на това ниво няма как да възникне проблем. VP 1000 разполага с 8 линии за данни D0 до D7, с 15 адресни линии A0 до A14, с една линия четене/запис WP и с една линия за избор на чипа на паметта при четене READ. Всички тези изводи са напълно съвместими с изводите на гореспоменатите памети и е достатъчно да се осъществи директно свързване на извод с извод.

Тъй като една памет с капацитет 256 килобита дава възможност да се запишат само около 30 секунди, в нашия случай сме предвидили памет от 1 мегабит, която е съвсем малко по-скъпа. Във връзка с капацитета на тази памет, е необходимо да се управляват линиите с адреси A15 и A16. Тези линии не могат да бъдат директно управлявани от VP 1000 и затова през мостчетата SA (чиято точна роля ще разгледаме по-долу) са свързани към изходите на двоичен број IC6, който е добре познатия 4040 в CMOS изпълнение. Тъй като тактовият вход на този број е свързан към адресната линия A14 на VP 1000, той продължава да брои отвъд възможностите на специализирания чип и следователно позволява без проблемно да се надхвърли бариерата от 32K. За да може броячът да започва винаги броенето от 0, което е необходимо условие за пра-



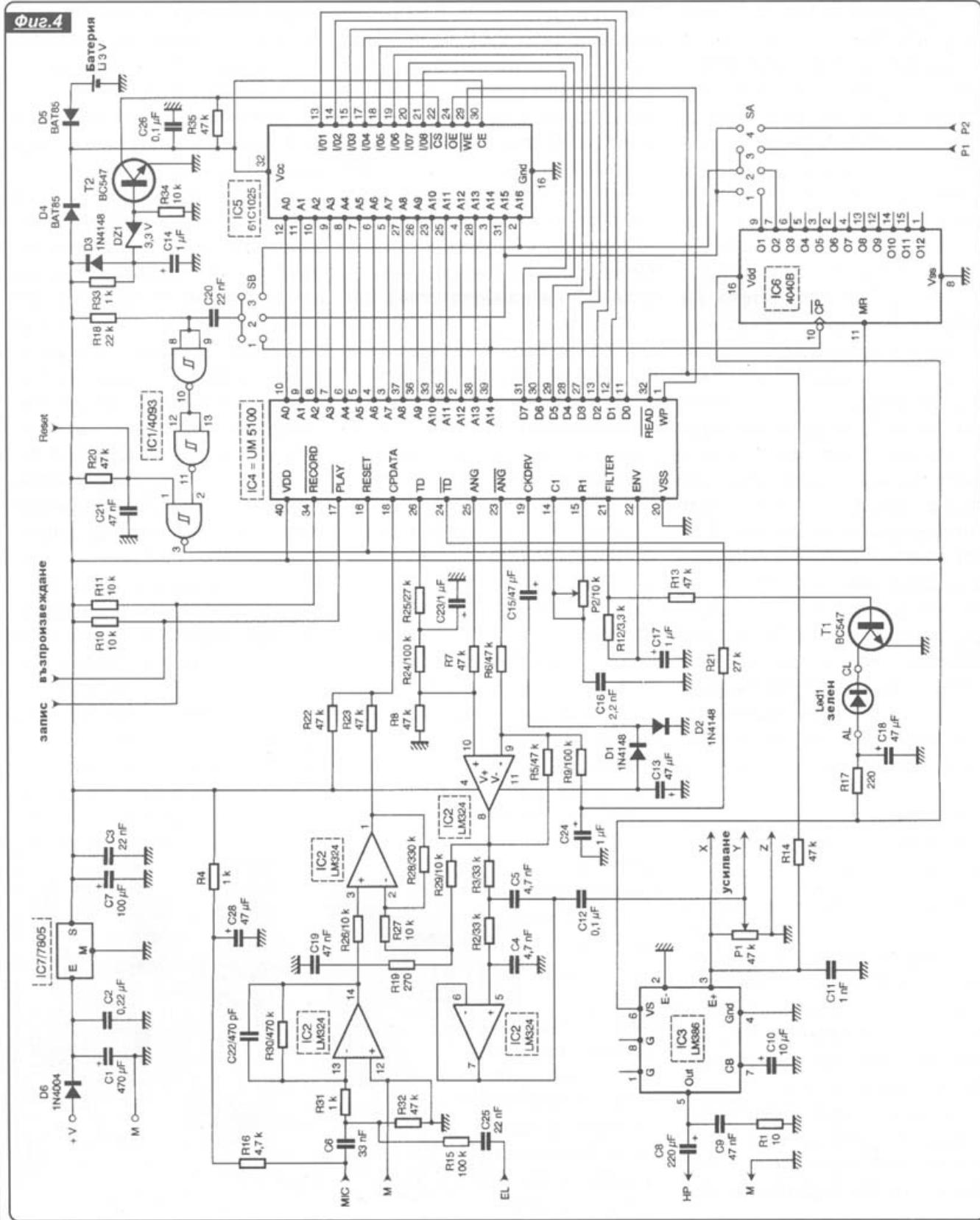
вилната работа на схемата, неговия вход за нулиране (RESET) е свързан към едноименния извод на VP 1000.

Ако главната причина да се

използва памет с голем обем е да се осигури по-дълго време за запис, то не е задължително тази памет във всички случаи да се използва на цяло. Мост-

четата SA позволяват да се избират различни варианти за разпределението на капацитета на паметта. Така например, когато са поставени SA1 и

Фиг.4



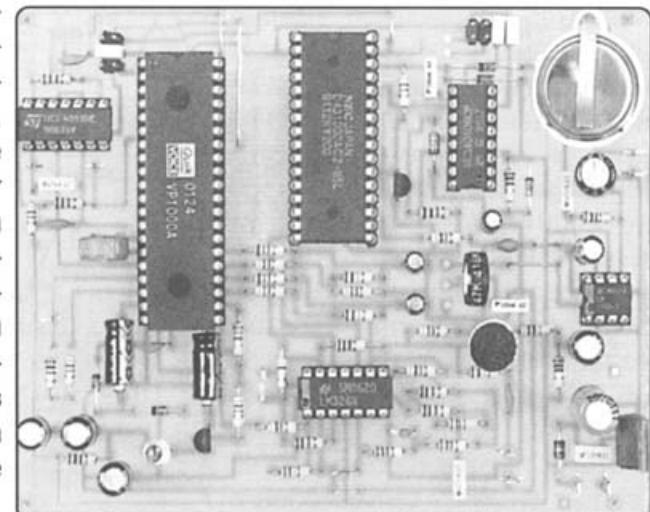


SA2, цялата памет се използва за едно единствено съобщение с максимална продължителност от около две минути (според положението на P2). Когато са поставени SA1 и SA3, чрез свързване на P1 към маса или към +5V, може да се избира между две съобщения, всяко от които разполага с половината от паметта. Когато са поставени SA3 и SA4, в зависимост от това коя от четирите възможни двоични комбинации е подадена на P1 и P2, се избира едно от четири съобщения, всяко от които използва четвърт от капацитета на паметта. Разбира се, за да може всичко това да се осъществява, е необходимо VP 1000 да бъде правилно инициализиран (RESET) след всяко четене или запис. За това отговаря мостчето SB, което може да свърже RESET веригите към A14 (четири съобщения), A15 (две съобщения) или A16 (едно съобщение). Ако SB не се постави в нито една от позициите, това води до безкрайно повтаряне на избраното съобщение, докато не се подаде ръчно RESET, чрез свързване на извода RST към маса. Внимание! Тази операция трябва да бъде осъществена при четене, тъй като ако се състои при запис, последният никога няма да приключи.

Захранването на паметта също заслужава внимание, тъй като за да се запазва съдържанието на паметта дори когато модулът не се захранва, има предвидена литиева батерия, която влиза в действие автоматично при отпадане на общото захранване. За да не възникне смущение в работата на RAM-паметта в самия момент на отпадането на об-

щото захранващо напрежение на целия модул, е предвидена схемата около транзистора T2. Когато модулът се захранва нормално, транзисторът се поддържа в настяно състояние през резистора R33 и ценеровия диод DZ1. Така изводът за избор на паметта /CS е свързан към маса и чипът може да функционира нормално. Щом общото захранващо напрежение падне под 4V (3,3V върху ценеровия диод DZ1 плюс пада върху прехода база-емитер на T2) транзисторът T2 се запушва и нивото на извода CS на паметта става високо. При това паметта става нечувствителна към всякакви външни сигнали на управляващите ѝ изводи. Едновременно, благодарение на диода D5, в действие влиза батерията и започва да захранва паметта. Тъй като напрежението на батерията е 3V, а диодът е диод на Шотки, отличаващ се с много нисък пад в права посока, паметта получава на извода Vcc минимум 2,8V, което е достатъчно да останат непокътнати съхраняваните в нея данни. Въсъщност този тип памети, в режим "stand by" или ако предпочитате - на празен ход, са в състояние да пазят съдържанието си при минимално захранващо напрежение от 2V. Освен това, при такива условия, консумацията е много ниска (от порядъка на 2 μ A), което означава, че литиевата батерия може да захранва паметта през целия си срок на служба, който е около 3 години.

Различните филтри и предусилватели, видни на фигура 3, са реализирани с четворния операционен усилвател IC2 - класически LM324. Първата му част се явява микрофонен предусилвател, и коефициентът на усилване тук е фиксиран на 500. Забележете, че освен вход за сигнал с ниско ниво, към схемата е възможно да се включи източник на сигнал с по-високо ниво през входа EL. След това първо стъпало идва втората част на LM324, свързана като компаратор, сигналът от чийто изход постъпва на входа на кодера на VP 1000. Третата част е свързана по схема сумиращ предусилвател. Следва активен нискочестотен филтър от втори род, построен около частта 4 на LM324. Накрая, изходът на това стъпало е свързан към интегрална схема LM386, която е малък краен усилвател, чието основно предимство е, че може да се захранва с +5V. Изходът на този усилвател е свързан към линията READ на чипа VP 1000, за да има тишина, когато не се чете от паметта. Това осигурява удобство при ползване на модула, тъй като се предотвратява генерирането на какъвто и да е паразитен шум. Потенциометърът P1





позволява да се регулира гръмкостта при възпроизвеждане по не най-елегантен начин, но напълно приемлив за дадения случай. Отрицателното напрежение, необходимо за захранване на LM324, се получава чрез преобразувател с диоди и кондензатори (виж D1 и D2). Като източник на променливо напрежение се използва тактовият изход на VP 1000. Този тактов сигнал, както можете да се досетите, определя скоростта на преобразуване за VP 1000 и, следователно, качеството на възпроизвеждането. Колкото честотата е по-високо, толкова по-качествено е възпроизвеждането, но пък намалява възможното време за запис. За да можете да настроите модула за вашите нужди, е предвиден потенциометър P2, с който тактовата честота може да се регулира. Транзисторът T1, свързан към един от изходите на делта преобразувателя, захранва светодиод, който служи за индикация за наличие на аудиосигнал при режим на запис. Индикацията е груба, но напълно достатъчна в този случай, за да покаже, че сигналите идващи от микрофона или от линия, са с подходящо ниво.

Включването на режимите на възпроизвеждане или запис се осъществява чрез свързване към маса на съответните входове ENR (запис) и LECT (четене), като въпреки че инициализацията (RESET) се управлява от логика в схемата,

винаги е възможно да се инициализира VP 1000 принудително, като RESET се свърже за кратко към маса. Текущото действие веднага бива прекъснато и интегралната схема се връща в състояние на очакване на нова команда.

ИЗПЪЛНЕНИЕ

Набавянето на елементите не е проблем, веднъж щом сте снабдили с чипа VP 1000. Избраният модел литиева батерия е най-разпространения на пазара, тъй като той се използва в комбинация с CMOS RAM-паметта на повечето персонални компютри. RAM-паметта с обем 1 мегабит, но този тип памет не е рядък и е възможно да се намери на склад и при други разпространители. Що се отнася до цокъла за интегрални схеми с 32 извода, той е практически не-откриваем на пазара, така че нашият съвет е да прибегнете да малка хитрост като използ-

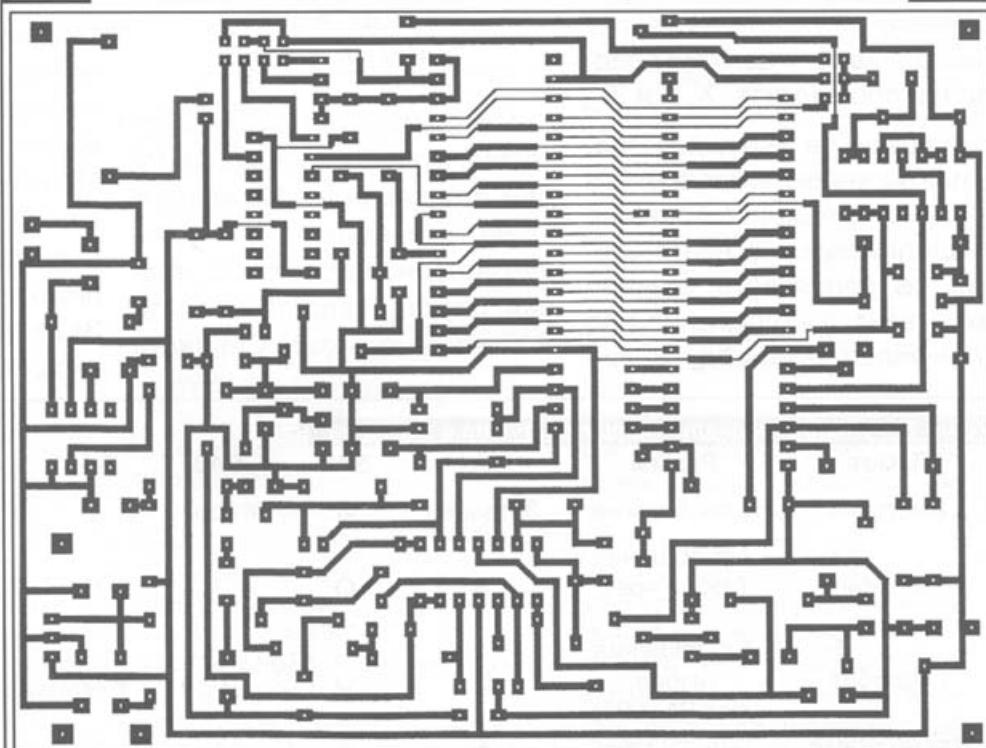
вате чупещи се рейки с цангови контакти, видни от снимката на прототипа.

Печатната платка, чийто чертеж е даден на *фигура 5*, следва да бъде изготвена по фотографския метод, предвид наличието на множество фини писти. Платката поема всички елементи, разбира се, без високоворовителя. Преди да запоявате елементи, извършете щателен оглед на най-тънките писти, за да откриете навреме прекъсвания и къси съединения към площадките при преходите между крачетата на цоклите за интегрални схеми.

Монтажът на елементите не представлява проблем, стига да се ориентирате по фигура 6. Внимавайте да не обърквате обикновените с Шотки-диодите, тъй като кодовете не винаги се виждат добре, когато корпусите са прозрачни. Не поставяйте литиевата батерия в самото начало на монтажа, за-

Фиг.5

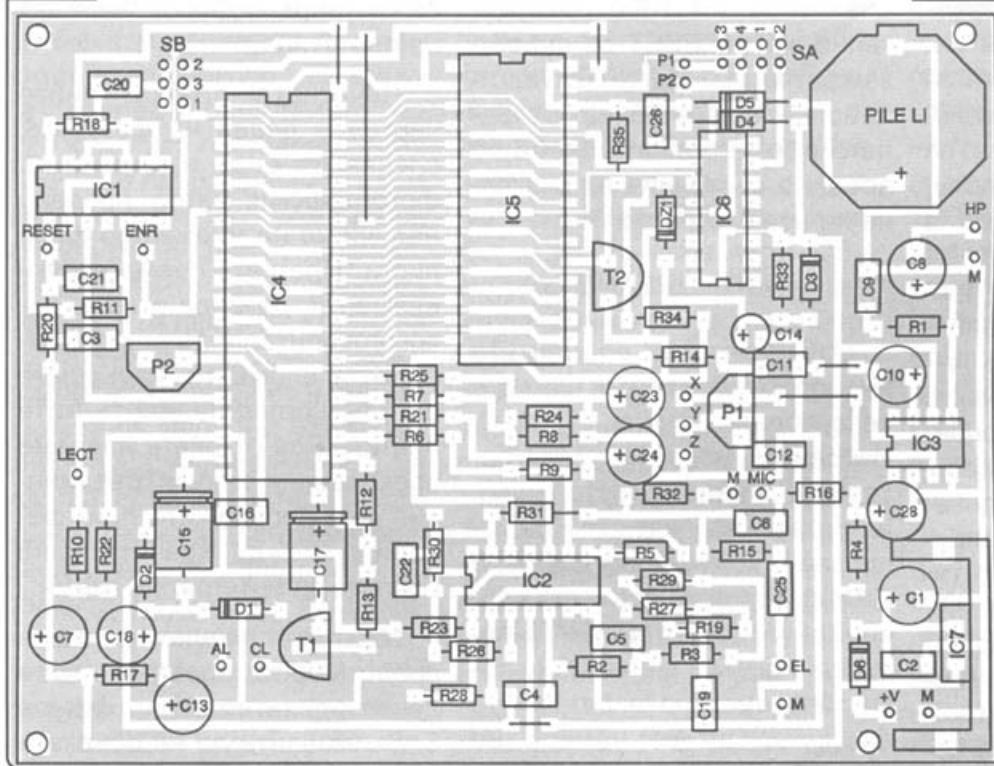
M 1:1





Фиг. 6

M 1:1



щото така ще се захрани RAM-паметта, а това не е желателно, докато монтажът на схемата и изпитанията не приключат. Ако възнамерявате да поставите модула в кутия и да изведете потенциометъра за гръмкостта на предния панел, обрнете внимание, че върху платката за тази цел сме предвидили площадките X, Y и Z.

Въпреки, че върху печатната платка е предвидено място за радиатор към IC7, такъв не е задължителен, освен в случай, че използвате външно захранване с напрежение над 9V и използвате модула при

висока гръмкост. Преди да захраните модула, проверете внимателно резултатите от работата си - най-вече ориентацията на диодите и електролитните кондензатори, чийто брой върху платката е значителен.

ИЗПИТАНИЯ И ИЗПОЛЗВАНЕ

Свържете към модула високоговорител с импеданс по-голям или равен на 4Ω , както и електродинамичен или кондензаторен микрофон. В първия случай съпротивлението R16 не се свързва. Свържете

светодиод към точките AL и CL и поставете двата потенциометъра P1 и P2 в средно положение. Поставете на местата им мостчетата SA1 и SA2, така че да използвате целия капацитет на паметта, както и мостчето SB3, за да осигурите инициализация (RESET) в края на адресното пространство. Захранете модула с източник, способен да отдава стотина милиампера при напрежение между 8 и 10V. Свържете за кратко точката ENR към маса, с което ще включите модула в режим на запис. Започнете да говорите пред микрофона - светодиодът трябва да присветва в ритъма на сигнала, а в границите на няколко десетки секунди (между 80 и 160, което е над две минути, в зависимост от положението на P2) записът трябва да спре, което става ясно по окончателното загасване на светодиода. Свържете за кратко точката LECT към маса. Модулът преминава в режим на възпроизвеждане и вашето съобщение може да бъде прослушано в своята цялост. За да повишите качеството на записи, естествено за сметка на

Табл. 1 Функции на различните мостчета в схемата

Памет	Режим	SA1	SA2	SA3	SA4	SB1	SB2	SB3
1 мегабит	1 съобщение	Затворен	3	Отворен	0	0	0	3
1 мегабит	2 съобщения (избор чрез P1)	3	0	3	0	0	3	0
1 мегабит	4 съобщения (избор чрез P1 и P2)	0	0	3	3	3	0	0
256 килобита	1 съобщение	X	X	X	X	3	0	0



продължителността, или за да увеличите продължителността за сметка на качеството, можете да въздействате върху потенциометъра, който регулира тактовата честота на интегралната схема VP 1000.

Сега можете да изпробвате различните мостчета. Ако преместите SB в положение 2, а след това в положение 1, ще чуете първо първата половина, а след това и първата четвърт на съобщението от паметта. Ако SB е в положение 2, SA2 е отстранено, а SA3 е на място, можете да изберете първата или втората половина на съобщението, свързвайки P1 съответно към маса и +5V. Ако SB е в положение 1, SA1 и SA2 са отстранени, но SA3 и SA4 са по местата си, имате възможност да избирате между четири съобщения чрез логически комбинации, подавани на P1 и P2. За ваше улеснение, възможните комбинации на мостчетата и техните пред-

назначения са поместени в **таблица 1**. Сега поставете ли-тиевата батерия в държателя й. Направете един запис, про-контролирайте качеството му, разкачете захранването от модула и след това изчакайте та-ка няколко секунди. Свържете отново захранването и приведете модула в режим на въз-произвеждане. Трябва да чуете съобщението непроменено, сякаш нищо не се е случило. Ако случаят не е такъв, прове-рете веригите около транзис-тора T2.

Обърнете внимание, че въпреки че модулът е предви-ден за работа с RAM-памет от един мегабит, нищо не пречи да монтирате памет от 256 ки-лобита. Достатъчно е да пос-тавите нейния чип в долната част на 32-изводния цокъл т.е. изводът 1 на паметта да съот-ветства на извода 3 на цокъла. След това трябва да постави-те SB1 на място, а мостчетата SB вече нямат никакво значе-

ние. Предвид по-малкия капа-циитет на паметта, вече разпо-лагате с възможност да запи-вате само около 30 секунди съобщения, като отново може-те да играете с продължител-ността чрез потенциометъра P2.

Самостоятелно тази схема би могла да представлява ня-какъв интерес, но главните възможности се разкриват при интегрирането й в други изде-лия, предназначени за пазара. Тук ви обръщаме внимание, че командите "четене" и "запис" (ENR и LECT), както и P1 и P2 са "хвърчащи" изводи спрямо маса, които лесно могат да бъ-дат управлявани с миниатюрни релета, командвани от друго устройство, или от транзис-тори, работещи в ключов ре-жим.

В крайна сметка е възмож-но всички функции на цифро-вия магнитофон да се управ-ляват отвън, което разкрива широки приложни хоризонти.■

СПИСЪК НА ЕЛЕМЕНТИТЕ

IC1: 4093 CMOS	R12: 3,3 kΩ 1/4W 5%	C15: 47 µF/25V, електролитен, с изводи от двете страни
IC2: LM324	R16: 4,7 kΩ 1/4W 5%	C17: 1µF/25V, електролитен, с изводи от двете страни
IC3: LM386	R17: 220 Ω 1/4W 5%	C22: 470 pF, керамичен
IC4: VP 1000	R19: 270 Ω 1/4W 5%	P1: тример-потенциометър, вертикален монтаж, въглероден, 47 kΩ
IC5: 61C1025 (или статична RAM-памет 256K x 8)	R21, R25: 27 kΩ 1/4W 5%	P2: тример-потенциометър, вертикален монтаж, въглероден, 10 kΩ
IC6: 4040 CMOS	R28: 330 kΩ 1/4W 5%	Литиева батерия, 3V, CR2032
IC7: 7805 (стабилизатор +5V, 1A, корпус TO220)	R30: 470 kΩ 1/4W 5%	Държател за батерията
T1, T2: BC547 или 548	C1: 470 µF, 25V, електролитен, с едностранини изводи	Рейка със стъпка 2,54mm и съответно мостче
D1 до D3: 1N914 или 1N4148	C2: 0,22 µF MKT	Цокъл за интегрална схема - 40 извода
D4, D5: BAT 85, BAR 28 или аналог	C3, C20, C25: 22nF, керамичен	Цокъл за интегрална схема - 32 извода, или чупеща рейка за направата му
D6: 1N4004	C4, C5: 4,7nF, керамичен	Цокъл за интегрална схема - 16 извода 2бр.
DZ1: ценоров диод 3,3V/0,4W	C6: 33pF, керамичен или MKT	Цокъл за интегрална схема - 14 извода
LED1: червен светодиод	C7: 100µF/25V, електролитен, с едностранини изводи	Цокъл за интегрална схема - 8 извода
R1: 10Ω 1/4W 5%	C8: 220 µF/25V	Микрофон - електродинамичен или кондензаторен, с два извода
R2, R3: 33 kΩ/1/4W 5%	C9, C19, C21: 47 nF, MKT	Високоговорител - всяка къмъ, с импе-данс по-голям или равен на 4Ω
R4, R31, R33: 1 kΩ 1/4W 5%	C10: 10 µF/25V, електролитен, с едностранини изводи	
R9, R15, R24: 100 Ω 1/4W 5%	C11: 1nF, керамичен	
R5 до R8, R13, R14, R20, R22, R23, R32, R35: 47 kΩ 1/4W 5%	C12, C26: 0,1 µF, MKT	
R18: 22 kΩ 1/4W 5%	C13, C18, C28: 47 µF/25V, електроли-тен, с едностранини изводи	
R10, R11, R26, R27, R29, R34: 10 kΩ 1/4W 5%	C14, C23, C24: 1 µF/25V	