

## МЕТАЛОТЪРСАЧ

Описаният металотърсач е от индуктивно-балансен тип. Този тип металотърсачи са с излъчваща и приемна бобина, монтирани в детекторна глава. Излъчващата бобина се състои от две секции, навити срещуположно. Захранва се от генератор, като взаимното разположение на излъчващата и приемната бобина е такова, че при отсъствие на метален предмет резултатният магнитен поток, преминаващ през приемната бобина, е приблизително равен на нула.

При преминаване на детекторната глава над метален предмет в приемната бобина се индуцира сигнал, който се подава паралелно към входовете на два синхронни демодулатора, работещи в квадратура. На изходите на демодулаторите освен сигнал с носещата честота и нейните хармонични се получават и два сигнала, означени с  $R$  и  $X$ , които са съответно активният и реактивният компонент на сигнала, възникнал в приемната бобина.

Синхронно демодулираните и усилените сигнали  $X$  и  $R$  се обработват в схемите следене/запомняне, свързани към изходите на усилвателите.

$X$ -сигналят се подава на входа на усилвател с програмируем коефициент на усилване  $K_x$ , а сигналят  $R$  се подава на единия вход на компаратора.

На другия вход на компаратора се подава усиленият сигнал  $K_r X$ . С програмируемия усилвател и компаратора отношението на сигналите  $X/R$  се преобразува в двоичен цифров код, като за опорно напрежение служи сигналят  $R$ . Преобразуването се управлява от контролер, състоящ се от броячи. Изходите на броячите управляват програмируемия усилвател, дисплея и звуковата сигнализация.

Когато усиленият  $K_r X$  сигнал се изравни по стойност със сигнала  $R$ , компараторът изработва сигнал край на преобразуването и начало на индициране на отношението  $X/R$ . Коефициентът на

усилване (потискане)  $K_r$ , който е записан в двоичен код на изходите на броячите, след спиране на преобразуването дава отношение  $X/R$ . Информацията за отношението  $X/R$  от изходите на броячите се изобразява на дисплей от светодиоди в двоичен код. Контролерът се захранва от сигнала, управляващ едновременно и синхронните демодулатори.

Електрическата схема на описания металотърсач е дадена на фиг. 1 и 2. На фиг. 1 са показани схемите на генератора ( $IC1$ ), крайното стъпало ( $VT1$  и  $VT2$ ), излъчващата бобина  $L1$ , фазовъртящото и формиращото стъпало ( $IC2$  и  $IC5$ ), усилвателят на сигнала от приемната бобина  $B2$  ( $IC4$ ), синхронните демодулатори ( $IC3$ ), НЧ-филтър-усилвателите на  $X$  и  $R$ -сигналите ( $IC7$ ) и схемите следене/запомняне ( $IC3$ ,  $IC8$ ). На фиг. 2 са показани схемите на контролера ( $IC9$ ,  $IC10$ ), програмируемият усилвател ( $IC11$ ,  $IC15$ ), компараторът ( $IC14$ ), схемата за звукова сигнализация и индициращото устройство ( $IC12$  и светодиодите).

Излъчващата бобина  $L1$  създава синусоидално магнитно поле с честота 5 kHz. Токът през  $L1$  е около 100 mA.

Синхронните демодулатори ( $IC3$ ) се задействуват от напрежението, което се подава на излъчващата бобина, съответно формирано в правоъгълни импулси. Усилвател-ограничителят  $IC2.2$  и схемата И/НЕ  $IC5.2$  създават правоъгълни импулси с положителна полярност, синхронни със сигнала, подаден на излъчващата бобина. Усилвател-ограничителят  $IC2.1$  и схемата И/НЕ  $IC5.1$  създават правоъгълни импулси, дефазирани на  $90^\circ$  спрямо тези от  $IC5.2$ .

Демодулираните  $X$  и  $R$ -сигнали се филтрират и усилват от постояннотоковите усилватели  $IC7.1$  и  $IC7.2$ . След демодулиране и филтриране  $R$ -сигналят съдържа постоянна съставка, чиято стойност зависи от минералното съдържание в почвата. С потенциометъра

$RP2$  и резистора 22 k $\Omega$  се отстранява постоянното напрежение на изхода на  $IC7.1$ . Освен това с тези елементи се получава малко положително преднапрежение ( $\sim 50$  mV) за неинвертиращия вход на компаратора  $IC14.1$ , необходимо за нормалната работа на схемата.

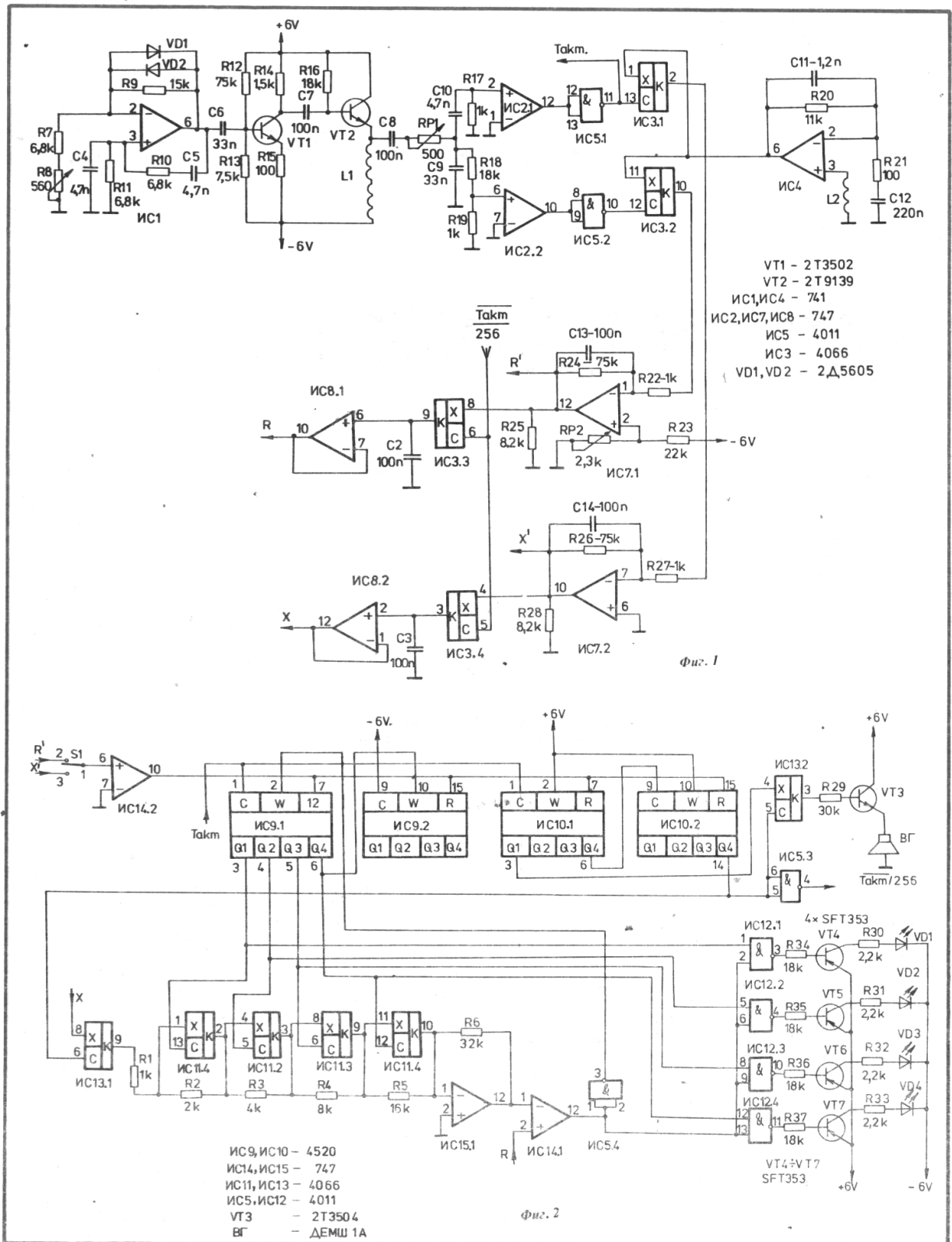
Видът на сигналите  $X$  и  $R$ , създавани от магнитни и немагнитни метални предмети, е показан на фиг. 3.

Програмируемият усилвател  $IC15.1$  и компараторът  $IC14.1$  изработват отношението  $X/R$  при положителен  $X$ -сигнал и отрицателен  $R$ -сигнал, т. е. с описаната схема се идентифицират немагнитни метални предмети. Програмируемият усилвател, показан на фиг. 2, се състои от операционния усилвател  $IC15.1$  и електронните ключове  $IC11.1$  и  $IC11.4$ . Контролерът се състои от броячите  $IC9$  и  $IC10$ . Схемата за пускане е изградена от компаратора  $IC14.2$  и ключа  $S1$ .

В изходно състояние, когато под детекторната глава няма метален предмет, в приемната бобина не се индуцира сигнал. На изхода на филтър-усилвателя  $IC7.1$  има малко положително преднапрежение ( $\sim 50$  mV). Стойността на това преднапрежение може да се променя чрез  $RP2$ .

Това преднапрежение определя изходът на компаратора  $IC14.2$  да бъде в състояние лог. 1 (положително напрежение, приблизително равно на захранващото). По този начин броячите  $IC9$  и  $IC10$  са нулирани чрез  $RESET$ -входовете. Входът на програмируемия усилвател е затворен посредством електронния ключ  $IC13.1$ , а входовете на схемите следене/запомняне са отворени чрез ключовете  $IC3.3$  и  $IC3.4$ .

При поява на метален предмет под детекторната глава на изходите на  $IC7.1$  и  $IC7.2$  се получават сигналите  $R'$  и  $X'$ . Сигналят  $R'$  се подава през нормално затворения контакт на ключа  $S1$  към неинвертиращия вход на компара-

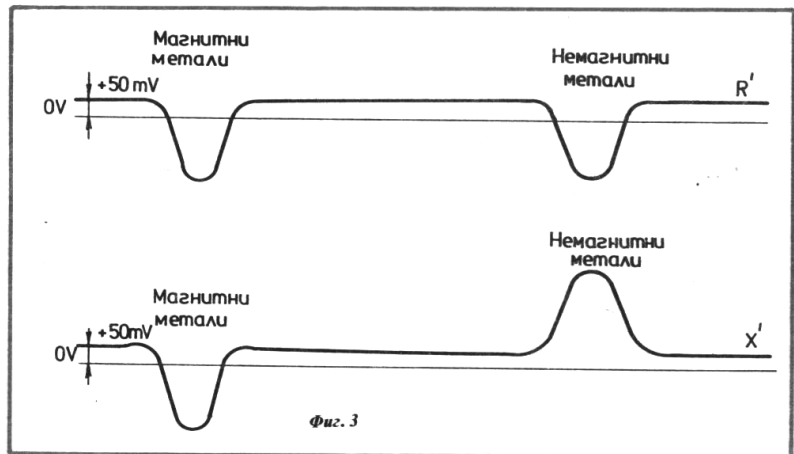


тора ИС14.2. Когато стойността на  $R'$  надвиши по абсолютна стойност постоянното положително преднапрежение, на изхода на компаратора ИС14.2 се появява лог. 0, което разрешава броеето на броячите ИС9 и ИС10. Изходите на брояча ИС9.1 изменят стъпално коефициента на усилване на програмируемия усилвател. За времето до появяване на лог. 1 на изхода Q4 на ИС10.2 сигналите X и R се интегрират в кондензаторите C1 и C2 от схемите ИС3 и ИС8. След поява на лог. 1 на изхода Q4 на ИС10.2 сигналите X и R се подават съответно към входа на програмируемия усилвател и неинвертиращия вход на компаратора ИС14.1. Когато сигналът  $K_X$  от изхода на програмируемия усилвател стане равен на сигнала R, на изхода на компаратора ИС14.1 се появява лог. 1, която спира брояча от контролера ИС9.1 през инвертора ИС5.4. В това състояние на изходите на брояча е записан в двоичен код коефициентът  $K_i$ , който определя еднозначно отношението X/R. Лог. 1 от изхода на компаратора ИС14.1 разрешава индицирането на четирибитовата дума от изходите на брояча ИС9.1 през схемите И/НЕ (ИС12) върху дисплея.

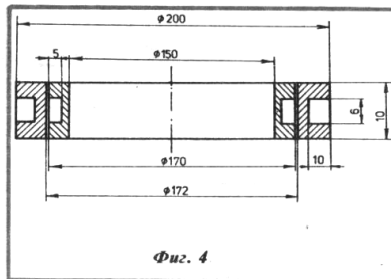
В описваното изпълнение дисплеят се състои от 4 светодиода, които показват отношението X/R в двоичен код. Друг вариант на дисплей е седемсегментен индикатор LED със съответни дешифратори. Изобразяването на отношението X/R върху дисплея продължава, докато съществува сигналът  $R'$ , т. е. докато детекторната глава е над метален предмет. През това време е налице и звукова сигнализация, осъществена от броячите ИС10.1, ИС10.2, ИС13.1, VT3 и високоговорителя ВГ. Използваният високоговорител ВГ е тип ДЕМШ 1А, а светодиодите VD1 ÷ VD4 са произволен тип.

Когато под детекторната глава няма метален предмет, сигналът  $R'$  става равен на нула и на изхода на компаратора ИС14.2 се появява лог. 1, която спира броеето и изчиства броячите. Броят на разредите в двоичната дума (броят на изходите на брояча), респ. броят на коефициентите на усилване  $i$  на програмируемия усилвател за описваната схема е избран равен на 4. Но този брой може да бъде увеличен, а следователно могат да се идентифицират увеличен брой метални предмети.

С RC-групата, състояща се от RP1 и C1, се осигурява синхронното демодулиране да бъде синфазно със сигнала от приемната бобина. По този начин се



Фиг. 3



Фиг. 4

осигурява демодулираният, филтриран и усилен X-сигнал на изхода на ИС7.2 да е приблизително равен на нула, когато под детекторната глава има неминерализирана почва, несъдържаща метални предмети. Такава настройка (наречена настройка  $X=0$ ) се извършва при всяко включване на захранването. При нея сигналът X се подава (чрез превключване на S1) през нормално отворения контакт на S1 към неинвертиращия вход на компаратора ИС14.2. RP2 се изменя, докато се получи звукова сигнализация от високоговорителя ВГ. След това RP2 се връща обратно, докато звуковата сигнализация изчезне, т. е. до момента, когато сигналът X е със стойност, приблизително равна на нула (по-точно X е положително напрежение  $\sim 50$  mV).

При настройката  $R=0$  (нулиране на сигнала R) процедурата е аналогична с

тази за  $X=0$ . При тази настройка ключът S1 свързва с нормално затворените си контакти неинвертиращия вход на ИС14.2 с X. Настройката се извършва с RP2.

Описаното схемно решение осигурява автоматично откриване и идентифициране на немагнитни метални предмети. За магнитните метални предмети се получава само звукова сигнализация при откриването им.

Излъчващата бобина има две намотки от по 150 нав., навити противоположно и свързани последователно. Приемната бобина има 100 нав. Проводникът е ПЕЛ 0,5.

Захранващото напрежение се осигурява с 8 елемента R20. Общата консумация при сработила сигнализация е около 60 mA.

Излъчващата и приемната бобина се навиват върху цилиндрични дървени макари (фиг. 4). Излъчващата бобина се навива върху външната макара. След навиване двете бобини се монтират една в друга (фиг. 4) и се залепват с епоксидна смола. Цялата конструкция се монтира върху подходящ неметален носач. Дръжката, закрепена за носача, също трябва да бъде неметална. За чувствителността на металотърсача може да се добие представа от следния пример: металотърсачът открива и разпознава монета от 20 стотинки, зарита в пясък на дълбочина 5 cm.