

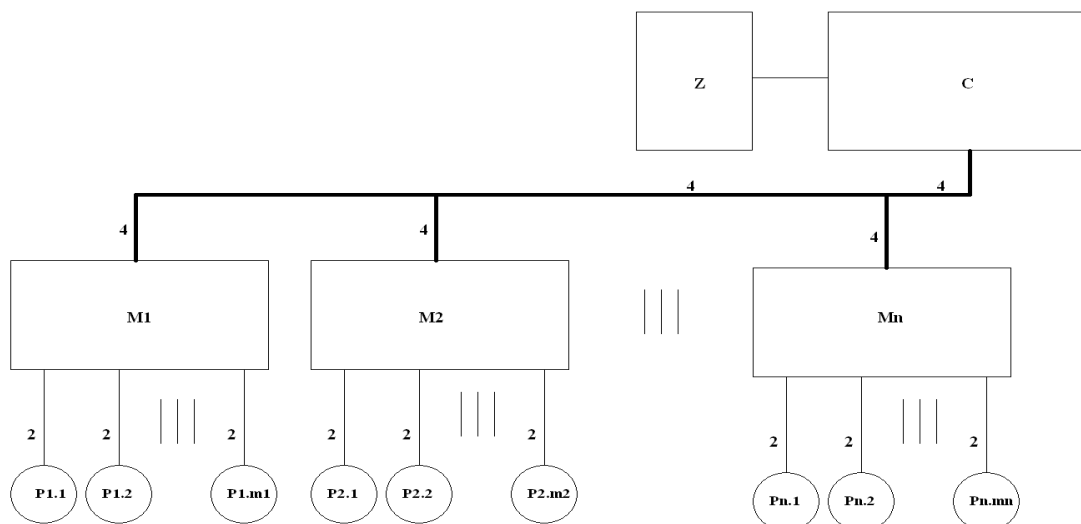
СИСТЕМА ЗА ПОВИКВАНЕ

Инж. Иван Стефанов Карловски

Системите за повикване са неотменима съставна част от оборудването на здравни, социални и др. заведения. Съвременните технически средства предоставят голям избор на възможни решения, включително видеонаблюдение и конферентни връзки. Най-елементарни са системите за повикване на дежурен персонал от мястото на всяко болнично легло и от санитарните помещения, използвани от болните самостоятелно. При разработването на описаната по-долу система за повикване са поставени следните условия:

- обслужване на обособена част от болнично заведение, най-често едно отделение;
- възможно най-опростено обслужване;
- да няма електромагнитни излъчвания;
- проводникова връзка с минимален брой проводници и безопасни напрежения;
- достатъчна информативност с визуална и звукова сигнализация;
- относителна енергийна независимост с възможност за работа за определено време при отпадане на мрежовото напрежение;
- минимална себестойност и ниски експлоатационни разходи.

Системата е изградена съгласно блоковата схема, представена на фиг.1.



Фиг.1

Означенията в схемата имат следния смисъл:

P – пулт за повикване с бутон и светлинна индикация;

M – модул;

C – централа;

Z – захранващ адаптер;

mх – брой на пултовете в стая с номер х ($m \leq 6$);

n – брой на стаите ($n \leq 16$);

х – числа (индекси) за номерата на пултовете и стаите.

Числата след означенията на модулите и пултовете са номерата на стаите и леглата които обслужват: P1.2 – пулт до легло №2 в стая №1; M2 – стая №2.

Числата, разположени непосредствено до линиите за връзка, показват броя на проводниците в тях.

Принципът на действие на системата е следния:

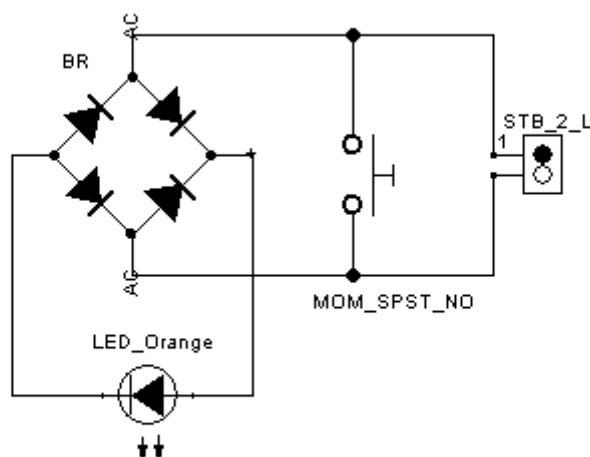
Модулите извършват непрекъснато сканиране на бутоните на пултовете, свързани към тях, за установяване на състоянието им. При задействане на бутон (заявка за повикване) модулет изпраща към централата кодиран сигнал, съдържащ номера на стаята и номера на пулта, от който е постъпила заявката. Същевременно включва индивидуална и локална мигаща светлинна сигнализация. Индивидуалната се намира в самия пулт, а локалната на видимо място в коридора пред стаята.

Полученият сигнал в централата се декодира и се задейства светлинна и звукова сигнализация. Светлинната сигнализация е адресна – задейства се индикатор, съответстващ на стаята, от която е постъпило повикването.

Изключването на сигнализацията става чрез повторно задействане на бутона на пулта, от който е постъпила заявката. Ако от една стая са постъпили повече от една заявка, повторното задействане на бутон отменя адресната и звукова сигнализации за тази стая, но индивидуалната и локалната светлинни сигнализации напомнят, че в стаята има и други необслужени пациенти. Изключването им става чрез повторно задействане на съответните бутони.

Както вижда от схемата на фиг. 1 всички модули и централата са включени към обща четирипроводна линия, като по тази линия модулите се захранват от централата. Всеки пулт се свързва към съответния модул с двупроводна връзка, която служи едновременно и за информация за състоянието му и за индивидуалната индикация.

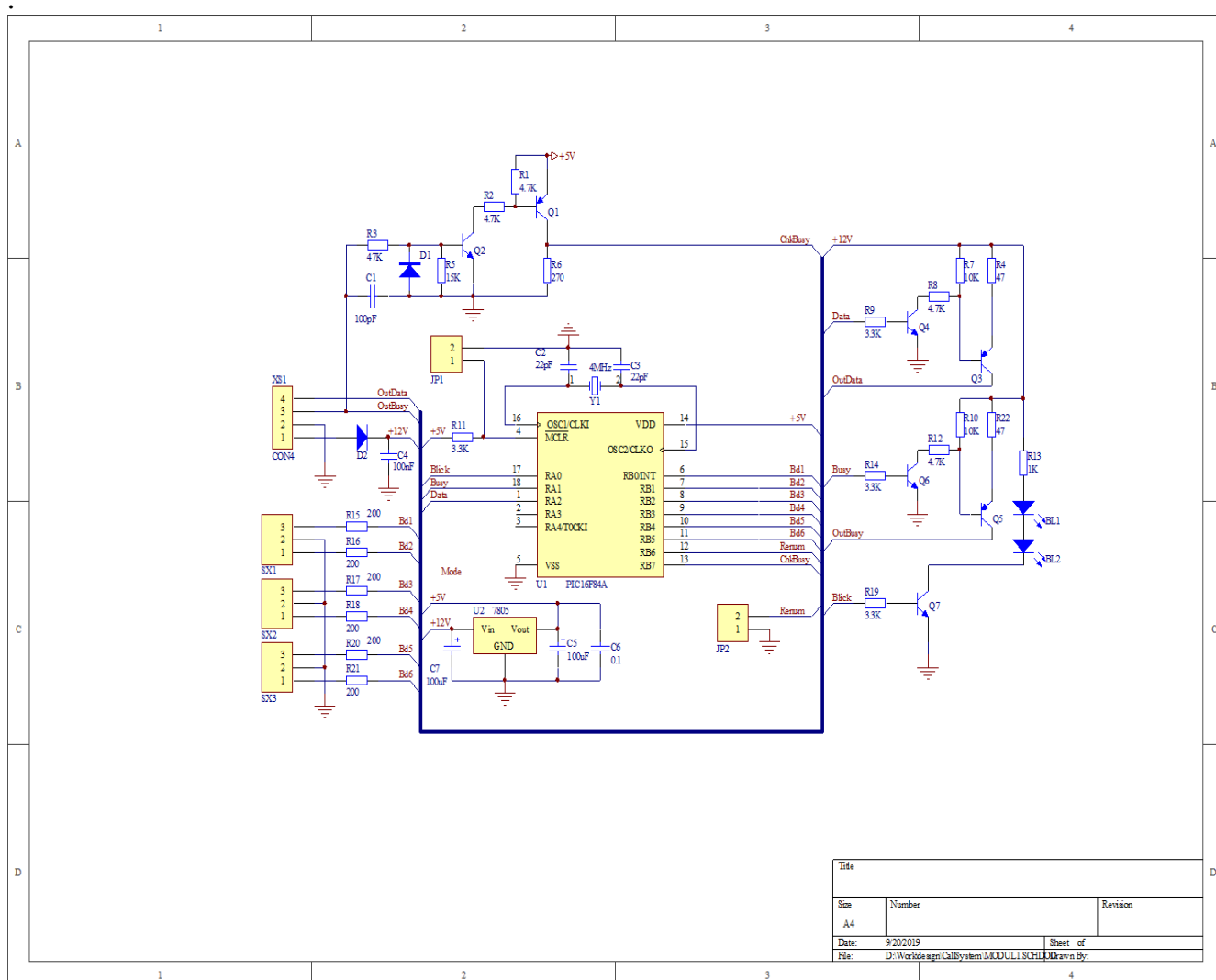
Пултовете (фиг. 2) представляват незадържащ бутон и включен паралелно светодиод (LED) за индивидуален индикатор през диоден мостов изправител (Фиг.2). Диодният мост позволява при свързването на пулта към модула да не се спазва полярността на проводниците, което улеснява монтажа.



Фиг.2

Основно отличие на предлаганата система са модулите, които играят ролята на междинни звена, по един за всяка стая за пациенти с до 6 точки за повикване. Принципната схема на модула е показана на фиг.3. Всеки модул съдържа микроконтролер PIC16F84A, един входен и два изходни преобразувателя на ниво за комуникационните сигнали, стабилизатор на напрежение, джъмperi за управление режима на работа (режимите ще бъдат пояснени по-нататък), светодиодни индикатори за локална сигнализация със съответния усилвател. Връзка с пултовете става през клемни съединения SX1 – SX3, включвани по два към един триполюсен конектор (направено за икономия на място на печатната платка). Всички вход/изходи през токоограничителни резистори (200Ω) са свързани непосредствено към PORTB на микроконтролера чрез сигналните проводници наименовани Bd1 ... Bd6. Връзката с централата се осъществява през четириполюсния клеморед XS1. През него постъпва и захранването на модула (12VDC), като нужните за микроконтролера +5V се получават от стабилизатор от типа 7805. Тактовата честота на микроконтролера (в случая 4MHz) се получава от вградения в него осцилатор с външен кварцов кристал¹.

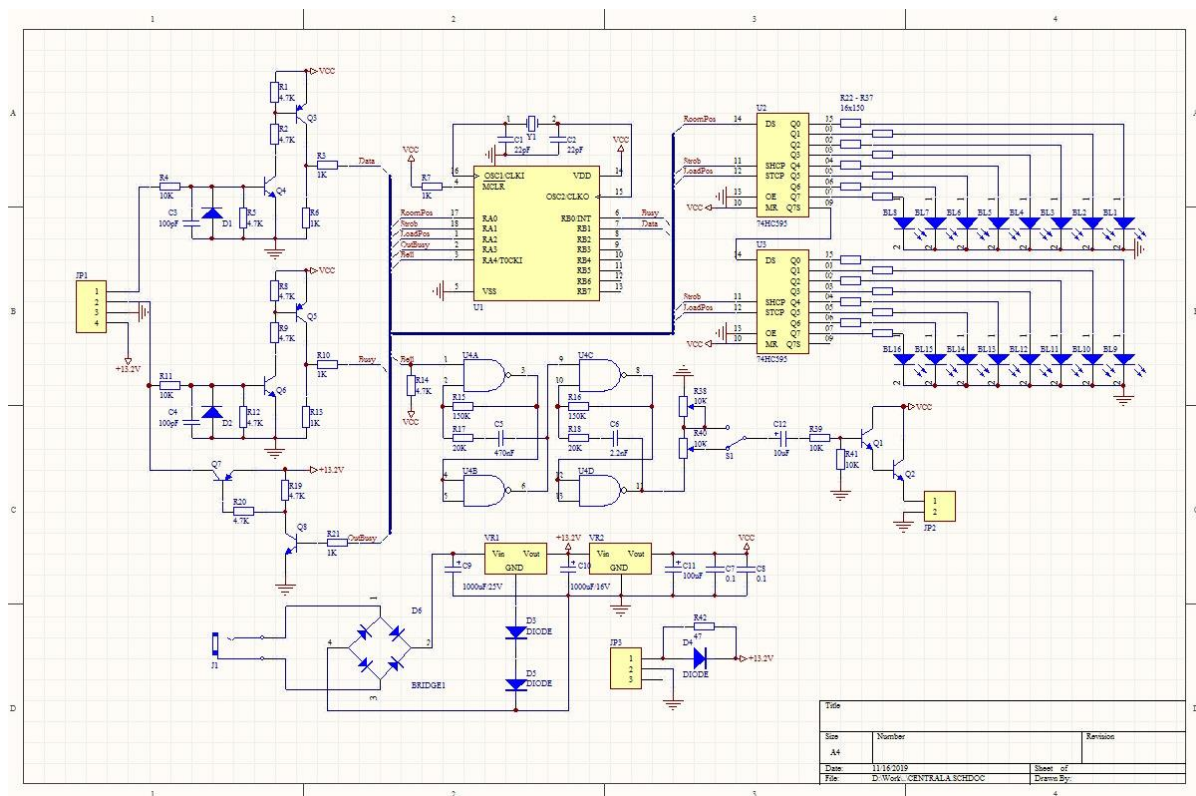
¹ За добрата работа на системата е необходимо всички модули и централата да работят на една честота с минимално отклонение, в противен случай при производството на модулите ще се наложи индивидуална софтуерна корекция.



Фиг.3

Всички модули се свързват към централата с обща четири проводна линия, която включва два захранващи и два информационни проводници: „Общ“, „+12V“, „Busy“ и „Data“. Сигналите „Busy“ и „Data“ са цифрови с нива 0 и +12V. Сигналят „Busy“ е двупосочен, т.е. влиза в един от входовете на микроконтролера и излиза от него от един от изходите му. Ниво на сигналите от +12V се преобразува в +5V с помощта на транзисторите Q2 и Q1. С тях се повишава и входното съпротивление за да могат множество (до 16) модули да се включат паралелно. Два еднакви преобразувателя на ниво от +5V на +12V (транзистори Q3 – Q6) са включени към изходите на микроконтролера за сигналите „Busy“ и „Data“. Модулите имат два вградени LED индикатори на повикването, които се монтират над вратите на пациентските стаи, така, че дежурният персонал получава информация за адреса на повикването и когато няма пряка видимост към информационното табло на централата.

Централата позволява обслужване до 16 стаи, всяка с до 6 броя пултове за повикване (легла, санитарни възли и др.). Схемата на централата е показана на фиг.4.



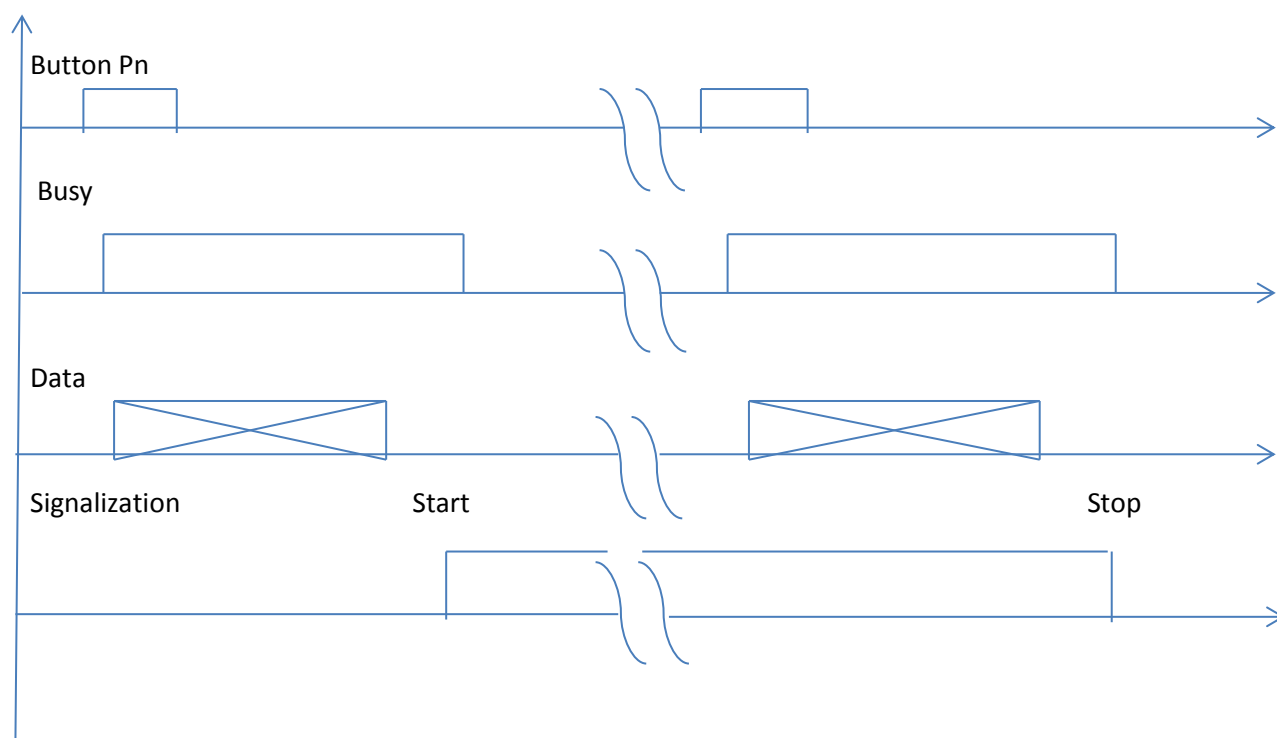
Фиг.4

И тук, както при модулите, основните функции се изпълняват от микроконтролер от същи тип (PIC16F84A). Сигналят “Busy” е двупосочен и за централата. Двата сигнала “Busy” и “Data” са включени към входовете на преобразуватели на ниво, аналогични с тези на модулите, както и изхода “Busy” – през повишаващ нивото преобразувател. Сигналят “Data” предава от модула към централата кодовете на номера на стаята и номера на пулта. Линията “Busy” осигурява приоритетност на повикванията по реда на тяхното постъпване. Когато няма постъпило повикване, двете линии имат ниско ниво. При постъпване на повикване в един от модулите, той първо проверява линията “Busy” дали е „свободна“, т.е. дали е с ниско ниво и ако това е така, вдига нивото ѝ на високо и тогава предава кодовете към централата по линията “Data”. След това „освобождава“ линията “Busy”, т.е. изключва „своето“ високо ниво в нея. При постъпване на заявка за повикване в момент, когато от друг пулт линията вече е заета, модулет изчаква освобождаването ѝ за да предаде своята информация.

Централата, щом се получи високо ниво на линията “Busy”, веднага го „потвърждава“ с насрещно вдигане на нейният изход “Busy” и започва да приема изпращания код. Сигналят “Busy” става нисък едва след като централата приеме и обработи получената информация (включва адресната индикация и звуковия сигнал). „Насрещно“ включване на сигнала “Busy” е напълно допустимо, тъй като модулите и централата са захранени от един и същ източник на напрежение. Така линията “Busy” остава заета известно време и след като модулет е приключил с предаването на информацията. Тъй като въпросните времена са от порядъка на няколко *ms*, практически не се получава забавяне на реакцията на системата на следваща заявка за повикване.

Независимо, че модулет, с постъпила заявка за повикване, е включил индивидуалната индикация, продължава (в паузите между миганията) да следи състоянието на пултовете за нови заявки. Ако се задейства повторно същият пулт, от който е постъпила първата

заявка, отново се повтаря процедурата по изпращане на кодовете към централата, но съдържаща бит, който „уведомява“ централата, че първата заявка се отменя и тя изключва адресната индикация и звуковата сигнализация. Така изключването на сигнализацията и индикациите за заявка от конкретен пулт става от същия пулт чрез повторно задействане на неговия бутон. На фиг. 5 са показани времедиаграмите на процеса от момента на постъпване на заявката до освобождаване на линията за комуникация, както и повторното задействане на същия бутон за край на сигнализацията.



Фиг.5

Продължителността на сигналът „Busy“ се определя от централата. Тя го изключва в момента, когато е приключила с декодирането на информацията и включването/изключването на сигнализацията и е готова да приема нови заявки.

Предните фронтове на сигналите „Busy“ и „Data“ са отместени спрямо момента на задействане на бутона и един спрямо друг, което се дължи на последователното изпълнение на стъпките на програмата на микроконтролера. На фигурата тези времеви отмествания са увеличени за нагледност. По същата причина сигналът на бутона е инверсиран.

Кодът, изпращан от модула съдържа номера на стаята, номерът на пулта (леглото) от където е постъпила заявката, както и бит за начало или край на сигнализацията. Например, от стая № 4 е постъпило повикване от пациент на легло №2. Централата получава адреса (в случая 4/2/1) и включва сигналите (светлинни и звукови) за известяване на дежурния персонал. Повторното задействане на бутон №2 изпраща код 4/2/0, което се декодира като „край на повикването“, като то важи само за адреса на бутона. Ако преди това от същата стая е задействано друго повикване, например, от пациент на легло №3 и то не е отменено, то остава актуално докато бутон №3 не бъде повторно задействан. Тъй като процесът на изпращане и приемане на информацията трае няколко десетки *ms*, въпросът за „изчакване“ за освобождаване на линията за

връзка не стои, тъй като нормалните човешки реакции (натискане и отпускане на бутон) са с много по-голямо времетраене (практически около 200ms).

Предаването на информацията от модулите към централата се осъществява по метода, използван в безжичните дистанционни управления. Приложен е принципа за синхронизация чрез времево разделяне на предавания бит на три, равни по време, части. Първата (винаги е с високо ниво) и последната (винаги с ниско ниво) части, служат за разпознаване на началото и край на еднобитовото съобщение, т.е. за синхронизация. Тези процеси са разгледани в [Л1]. За да се разпознават без грешки трите части е необходимо тактовите честоти на предаващия и приемащия микроконтролери да са равни, а скоростта на предаване трябва да е съобразена с възможните малки разлики между тези честоти. В конкретния случай честота от порядъка на 300b/s е напълно достатъчна. При дължина на съобщението 8bit (4 bit за номера на стаята, 3 bit за номера на пулта и 1 bit за старт/стоп на сигнализацията), времетраенето на едно съобщение е около 26ms. Като се прибавят времената за кодиране в модула и за декодиране в централата, времето за обработване на една заявка остава по-малко от 50ms.

Визуализацията на номерата на стаите е организирана с LED индикатори управлявани от преместващи регистри със сериен вход и памет 74HC595. Те позволяват използването на микроконтролер с ограничен брой портове, какъвто е PIC16F84A, същевременно евентуално разширяване по брой на стаите става чрез просто добавяне на още 74HC595.

Разбира се, модулите трябва да „знаят“ номера на стаята, в която са монтирани. За целта се използва вградената в микроконтролера памет EEPROM. При първоначална настройка на системата е предвиден режим „обучение“, който се включва при окъсяване на джъмпера JP2, (окъсява се RB6 към общия проводник, ката че нивото му да е нулево). Инициализиращата подпрограма проверява това ниво и включва подпрограма за запис в EEPROMa на състоянието на входовете RB0...RB3. Процедурата е следната:

Преди да се свържат пултовете към модула, вместо тях към първите четири входа се включват мостчета към маса², като с тях се набира двоичния код на номера на стаята съгласно таблицата по-долу.

Номер на стаята N	Вход Bd1 (RB0)	Вход Bd2 (RB1)	Вход Bd3 (RB2)	Вход Bd4 (RB3)
0	X	X	X	X
1	X	X	X	-
2	X	X	-	X
3	X	X	-	-
4	X	-	X	X
5	X	-	X	-
6	X	-	-	X
7	X	-	-	-
8	-	X	X	X
9	-	X	X	-
10	-	X	-	X

² Може да се изработи приспособление с микроключове (ПИС), което да се свързва към съответните входове и общия проводник.

11	-	X	-	-
12	-	-	X	X
13	-	-	X	-
14	-	-	-	X
15	-	-	-	-

- липсва мост (състояние „1“)

X наличие на мост (състояние „0“)

Оксява се джъмпера JP2 и се включва захранването, а ако то вече е включено, микроконтролера се ресетва, като за момент се оксява джъмпера JP1. След кратка пауза, светодиодите BL1 и BL2 светват един път продължително и след това с N краткотрайни мигания показват записаният в микроконтролера номер N, който е номерът на стаята. Премахват се мостчетата към входовете на модула, възстановяват се връзките към пултовете, премахва се оксяването на JP2 и отново за кратко се оксява JP1. Сега отново с мигане на двата светодиода се показва номерът на стаята, но вече в нормалния режим на работа в очакване на постъпване на заявки за повикване.

Записаният в енергонезависимата памет на микроконтролера номер се съхранява неограничено дълго време дори при изключено захранване. Промяната на този номер става с повторение на описаната по-горе процедура.

Показването на номера на стаята става винаги при първоначално подаване на захранващото напрежение, както и след „ресет“ чрез оксяване на JP1. Горната процедура може да се извърши при подмяна на модули, смяна на номерацията на стаите и при всички случаи, когато това е необходимо, без да се засегне работоспособността на останалата част от системата.

Забележка: Тъй като стая с №0 не се използва в реалните условия, номерата на стаите могат да се считат от 1 до 16, което да е отразено на индикаторното табло на централата, като при показването на номера N, записан в ЕЕПРОМа, към него се прибавя единица. Когато общият брой на стаите е под 15, може да се препоръча първият и последният ред от таблицата да не се използват.

От гореизложеното става ясно, че към централата се подава код, съдържащ както номера на стаята, така и номера на пулта, но се индицира само номерът на стаята. Проблемът е в това, че ако от няколко стаи постъпят заявки от повече от един пулт, индикаторната част на централата практически трябва може да изобразява множество числа, в най-тежкият случай колкото е броят на пултовете (максимално 96 бр.). Такова информационно табло ще затрудни разчитането на информацията или трябва да се използва интелигентна информационна система, което драстично ще увеличи както цената ѝ, така и разходите по нейната поддръжка. Наличието на пълния адрес на повикването в комуникационната линия позволява информацията да бъде подавана към интелигентна система (на базата на персонален компютър със специализирана програма за прочитане на данните от линията) за по-нататъшна обработка и интерпретация³.

³ Така, например, може да се създаде регистър на повикванията с час, дата и време за реакция на персонала, като допълнително се впишат кодове на процедури и др.

Звуковата сигнализация е елементарна с прекъсващ звук с честота около 400Hz, като са предвидени два режима на работа – дневен и нощен с независимо регулиране на силата на звука⁴.

Захранването на системата за повикване става от външен адаптер с изходно напрежение между 14 и 18V и ток 2A, включен към куплунг J1. Изходното напрежение на адаптера може да бъде както постоянно, така и променливо с честота 50/60Hz. След изправяне от диодния мост D4 напрежението постъпва към два последователно свързани стабилизатора на напрежение, от които се получават +13.2V и +5V. Към повисокото напрежение се включва акумулатор (12V, 5 ÷ 7Ah) за осигуряване на независима работа при отпадане на захранващата мрежа. Напрежението +5V захранва микроконтролера PIC16F84A и ИС, обслужващи индикаторната част. В заключение може да се допълни, че ако към един от пултовете във всяка стая се включи противопожарен сензорс релеен изход, системата ще известява и за задействането им, т.е. може да служи и като пожароизвестителна.

Файлове за зареждане м микроконтролерите (в ,hex формат):

За модулите:

:020000040000FA

:020000000C28CA

:08000800B800030EB9005920F5

:10001000390E8300380809000F2000000D288316D0

:10002000FF308600850107308100831285010000C2

:10003000061F3A203020BC012420061FD328B0011F

:10004000B10194204920080005156E2105113A08D8

:10005000BC007521051575210511BC0B2928080068

:1000600083120130890083160814831208080F399F

:10007000BA00080083120130890006080F39880091

:100080008316081555308900AA3089008814831218

:1000900008008B0183160730810083120F30810026

:1000A0000B118B168B17080085156E210800851122

:1000B00008000B1D08008B0183168116831230196E

:1000C0007520B019942001308100831681128312AB

:1000D0000B118B168B17B01C9A28B010FF308316AB

:1000E000860083128501C1200800BA173A08BD00B6

⁴ Възможна е употреба на външни звукови източници като мелодични звънци и др.

:1000F0007C20BA1330110800861B7C2805140830B8
:10010000BE00043066218514043066218510BD0CC4
:100110008514031C85100430662185100430662187
:10012000BE0B832805100800BA133A08BD007C20D6
:10013000B0110800B0148316C03086008312860107
:10014000A22008003118AF20B118B2203119B52013
:10015000B119B820311ABB20B11ABE20080006140C
:100160000515080086140515080006150515080074
:1001700086150515080006160515080086160515CE
:100180000800B018C12814306621061CD628861C29
:10019000EE28061D0629861D1E29061E3629861EE6
:1001A0004E29301408000000D3280000061CDA286D
:1001B00030140800E720B7003718DF280800311C8A
:1001C000E4283110B015080031143015080014303F
:1001D0006621061C301C00343010FF34861CF228C7
:1001E00030140800FF20B7003718F7280800B11CAA
:1001F000FC28B110B0150800B114301508001430F7
:100200006621861C301C00343010FF34061D0A297C
:10021000301408001721B70037180F290800311DC6
:1002200014293111B01508003115301508001430AB
:100230006621061D301C00343010FF34861D222933
:10024000301408002F21B700371827290800B11DE6
:100250002C29B111B0150800B11530150800143063
:100260006621861D301C00343010FF34061E3A29EA
:10027000301408004721B70037183F290800311E05
:1002800044293112B0150800311630150800143019
:100290006621061E301C00343010FF34861E5229A1
:1002A000301408005F21B700371857290800B11E25
:1002B0005C29B112B0150800B116301508001430D1

:1002C0006621861E301C00343010FF34B400A53087
:1002D000B300B30B6929B40B672908000830B600D6
:1002E000FF306621B60B702908000230B600FF30DF
:0802F0006621B60B7729080016
:00000001FF

За централата:

:020000040000FA
:10000000012083168501FF30860083128501A1013E
:10001000A201A001A301CA200D28061810200D2856
:1000200085150830A900AA01861C14280730CD20A8
:10003000031086180314AA0C0530CD20A90B142830
:100040000301A601A50124102A080F39A300AA1B49
:100050002A286D282308003C031921142308013C99
:100060000319A1142308023C031921152308033C9A
:100070000319A1152308043C031921162308053C84
:100080000319A1162308063C031921172308073C6E
:100090000319A1172308083C031922142308093C5B
:1000A0000319A21423080A3C0319221523080B3C48
:1000B0000319A21523080C3C0319221623080D3C32
:1000C0000319A21623080E3C0319221723080F3C1C
:1000D0000319A217B02085110D282308003C03192D
:1000E00021102308013C0319A1102308023C031925
:1000F00021112308033C0319A1112308043C03190F
:1001000021122308053C0319A1122308063C0319F8
:1001100021132308073C0319A1132308083C0319E2
:1001200022102308093C0319A21023080A3C0319D2
:10013000221123080B3C0319A21123080C3C0319BC
:10014000221223080D3C0319A21223080E3C0319A6
:10015000221323080F3C0319A213B02085110D2888

:100160001030A000B42008002208A6002108A50035
:100170000310A50DA60D0510031805140000851425
:1001800000008510A00BB82800000515000005111F
:1001900085110800FE30CD200800A800A530A7007A
:0A01A000A70BD028A80BCE280800FA
:00000001FF

ЛИТЕРАТУРА:

1. KEELOQ® Code Hopping Encoder □ 2001 Microchip Technology Inc.
2. PIC16F84A 18-pin *Enhanced* Flash/EEPROM 8-Bit Microcontroller © 1998 Microchip Technology Inc.