

Процесна информация и
обработка

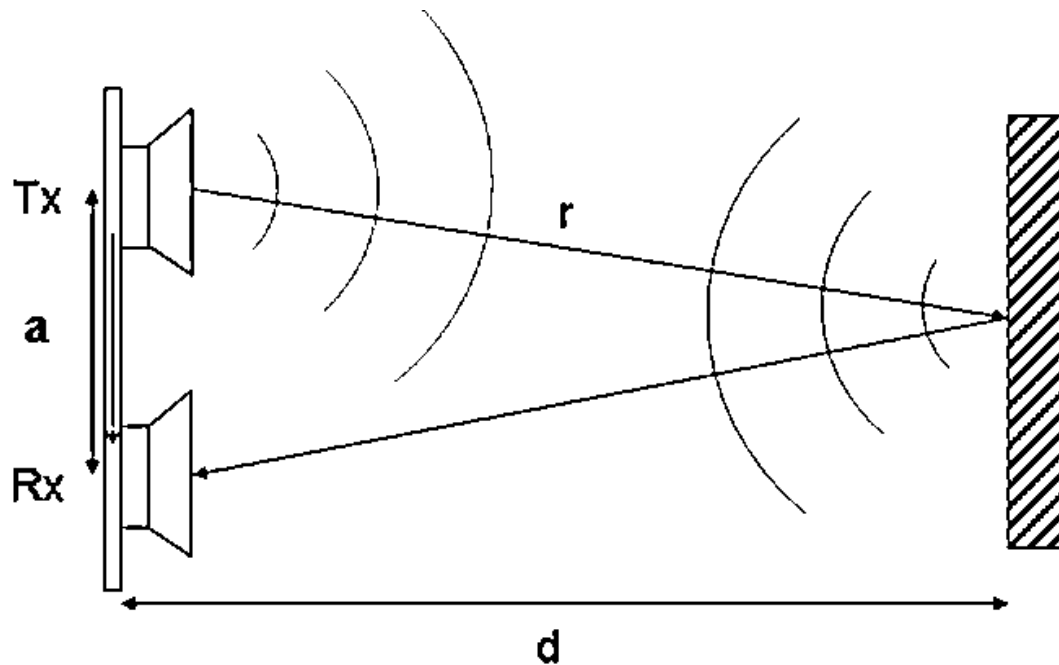
Лекция №4

Специални сигнали и обработката ИМ

Ултразвукови сензори :

- Основани на излъчвана към обекта и отразена от него ултразвукова енергия. Разстоянието се получава след измерване на времето между изпращането на сигнала и получаването му. Range

Честотата на използвания ултразвук е извън чуваемостта на човека (обикновено е 40kHz- 80kHz) .



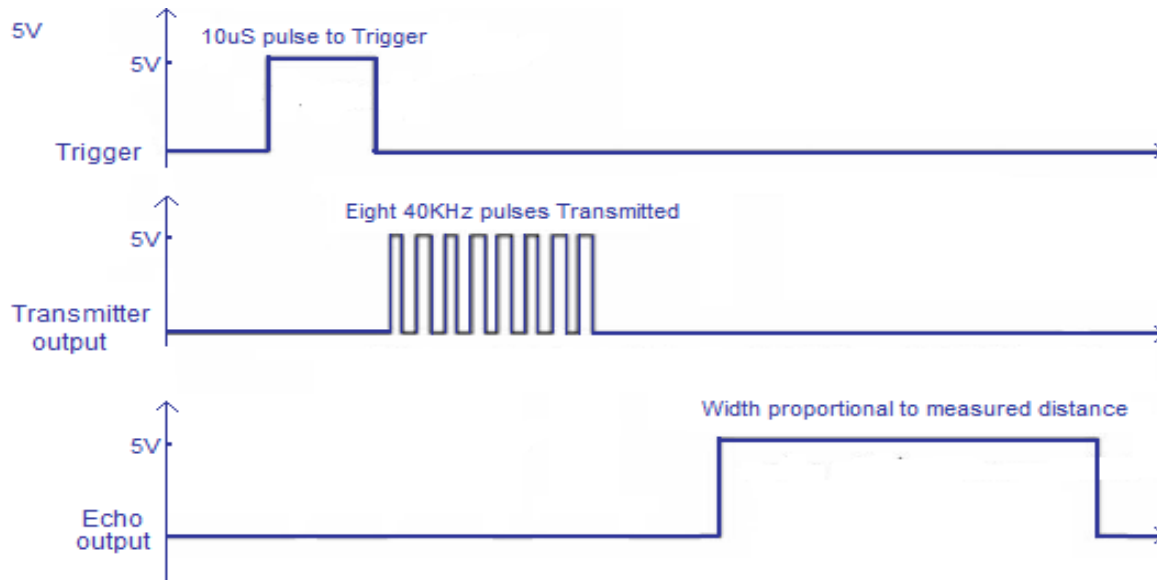
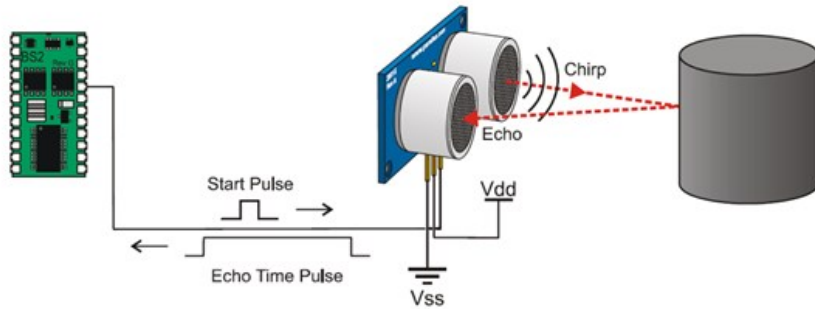
$$t = \frac{2r}{v} \rightarrow r = \frac{vt}{2}$$

$$r = \sqrt{d^2 + \left(\frac{a}{2}\right)^2}$$

[Ултразвукови сензори преглед](#)

Ултразвукови сензори

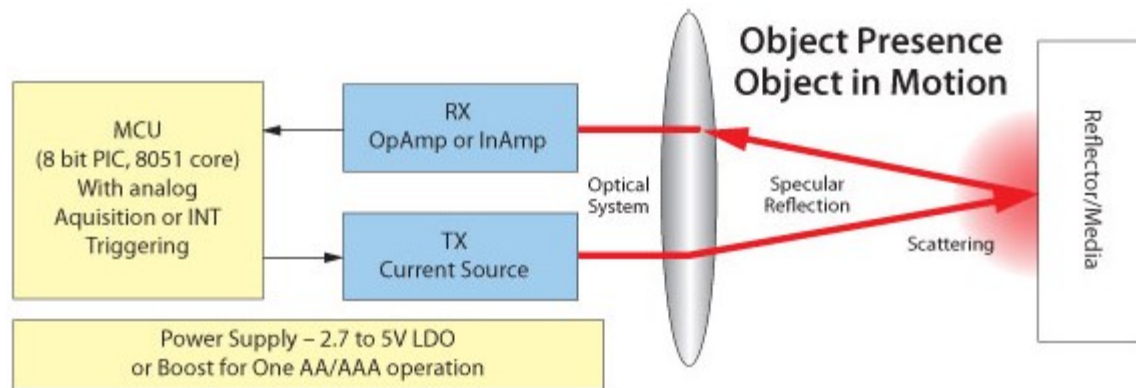
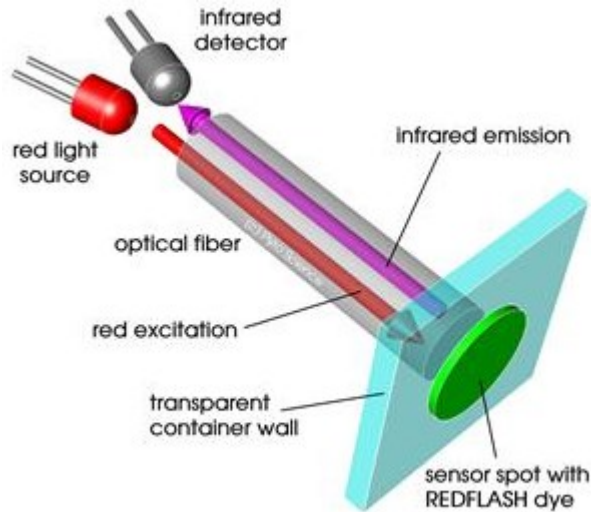
Ултразвуковите датчици са преобразуватели, които преобразуват ултразвукови вълни в електрически сигнали или обратното. Много ултразвукови сензори освен че са и сензори, са приемо-предавателни устройства, защото те могат да извлекат измерване и да предават. Тези устройства работят на принцип, подобен на този на преобразувателите, радарни и сонарни системи, които оценяват параметрите на обект от тълкуването на ехото от радио или звукови вълни. Активните ултразвукови сензори генерират високочестотни звукови вълни и оценяват ехото, което се получи обратно от сензора. Измерва се интервала от време между изпращането на сигнала и получаване на ехото, за да се определи разстоянието до обекта. Пасивни ултразвукови сензори са основно микрофони, които откриват ултразвуков шум, който присъства при определени условия, да го преработи.



HC-SR04 Timing diagram

Оптични сензори

След механичните контактни и потенциометричните датчици, оптичните сензори са най-популярни за измерване на позиция и преместване. Техните основни предимства са простота, липса на натоварващ ефект и относително дълъг експлоатационен срок. Те са нечувствителни към външни магнитни полета и електростатични смущения, което ги прави доста подходящи за много чувствителни приложения. Оптичен сензор за позиция обикновено изискват най-малко три основни компоненти: източник на светлина, фотодетектор, и устройства за ориентиране на светлината, които могат да включват лещи, огледала, оптичните влакна и т.н.

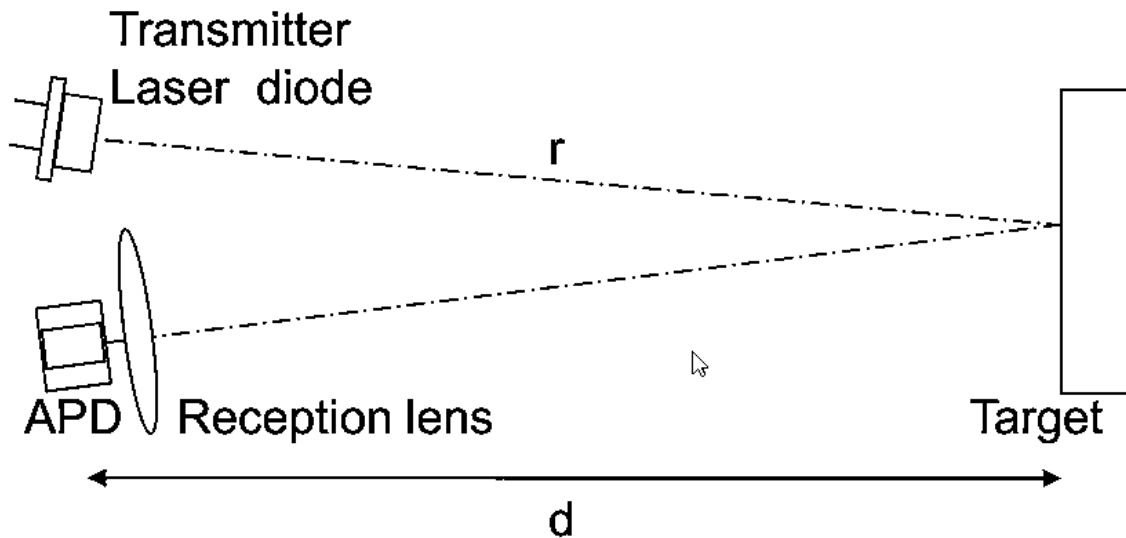


Оптични/Оптоелектронни сензори:

- Оптичните сензори се имат присъствие поради техните предимства, като тяхната простота, липса на ефект на влияние върху измервания обект и дълъг експлоатационен срок.
- Обикновено се изисква най-малко три основни компонента: източник на светлина, Фотодетектор и устройства за насочване.
- Различен тип сензори:
 - Оптични измерватели на разстояние
 - Решеткови сензори
 - Position Sensitive Detector (PSD)

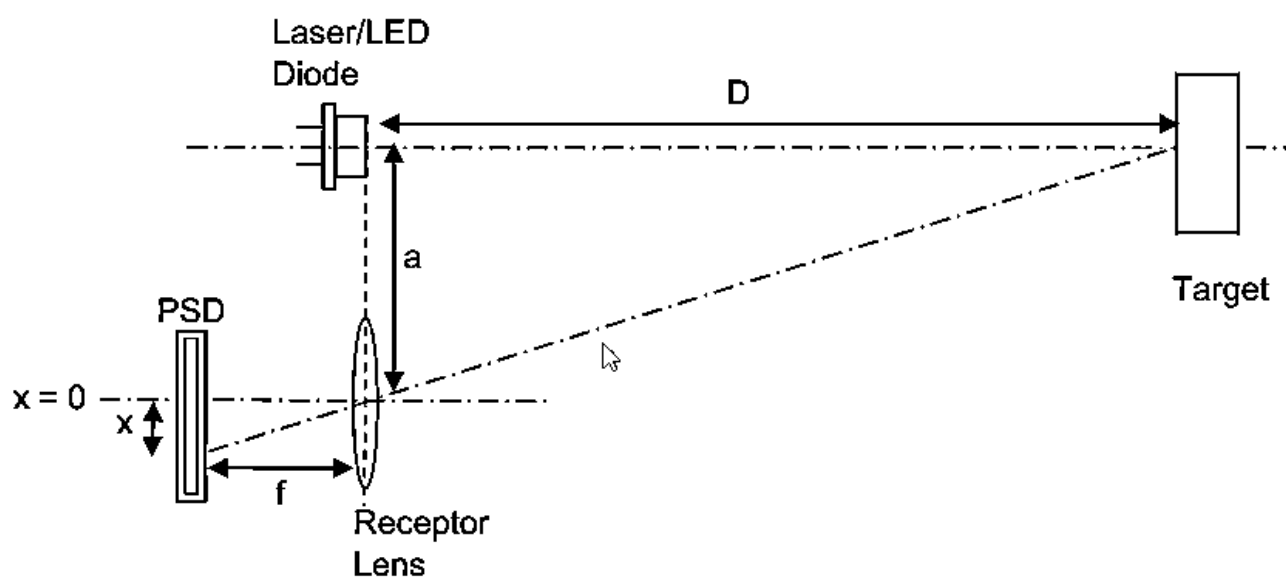
Оптични измерватели на разстояние **Optical Range Finders**:

- Наподобяват ултразвуковите сензори и отчитат закъснението на излъчения и приетия сигнал. Използва се пулсова или амплитудна модулация.



$$t = \frac{2r}{c} \rightarrow r = \frac{ct}{2}$$

Сензори за позиция **Position Sensitive Detectors (PSD)**:

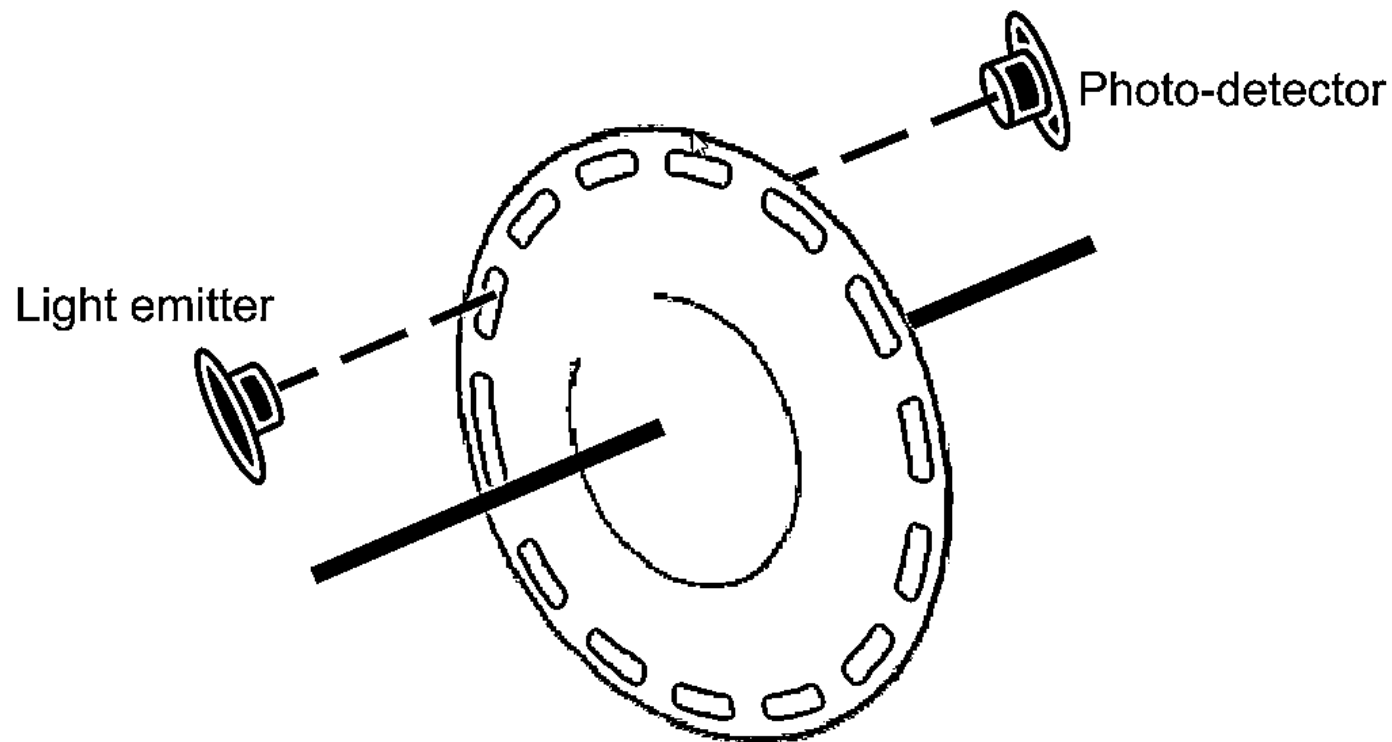


$$\frac{x}{f} = \frac{a}{D}$$

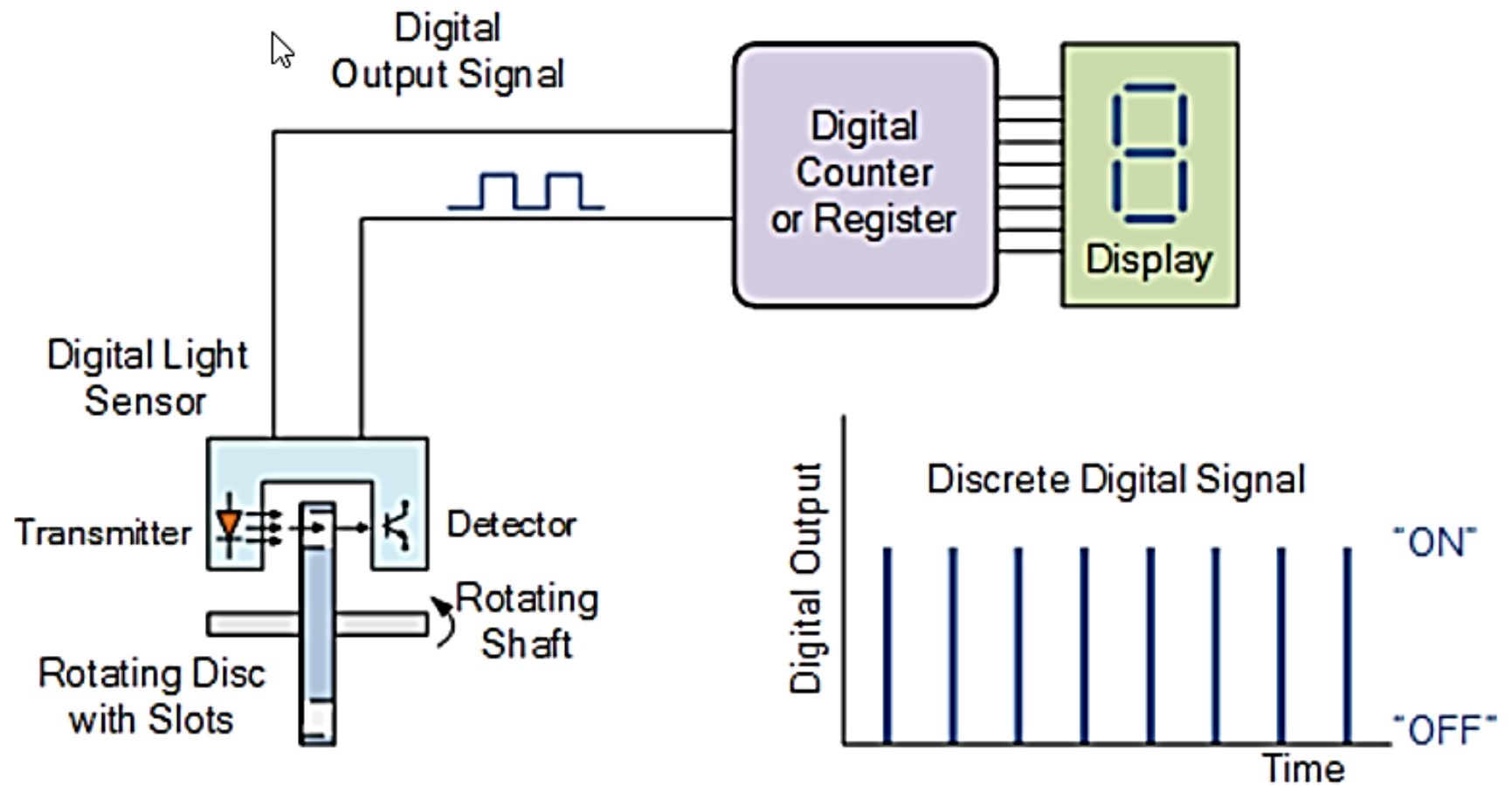
$$\frac{i_1 - i_2}{i_1 + i_2} = \frac{2x}{L}$$

Решеткови сензори:

- Следят интензивността на светлинен поток могат да бъдат сензори за близост или енкодери – сензори за положение.

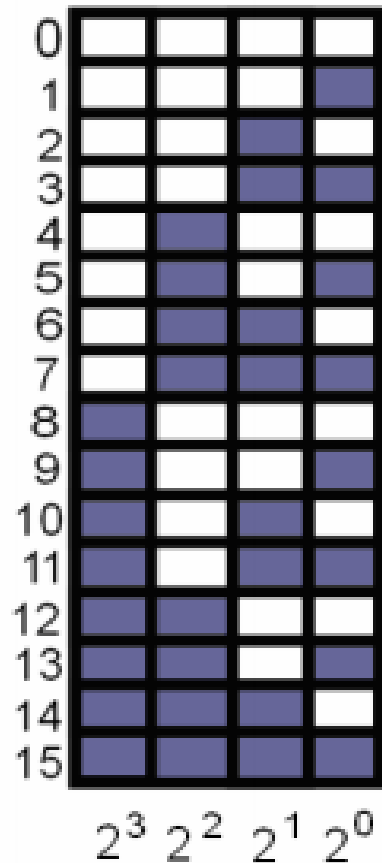


Енкодери

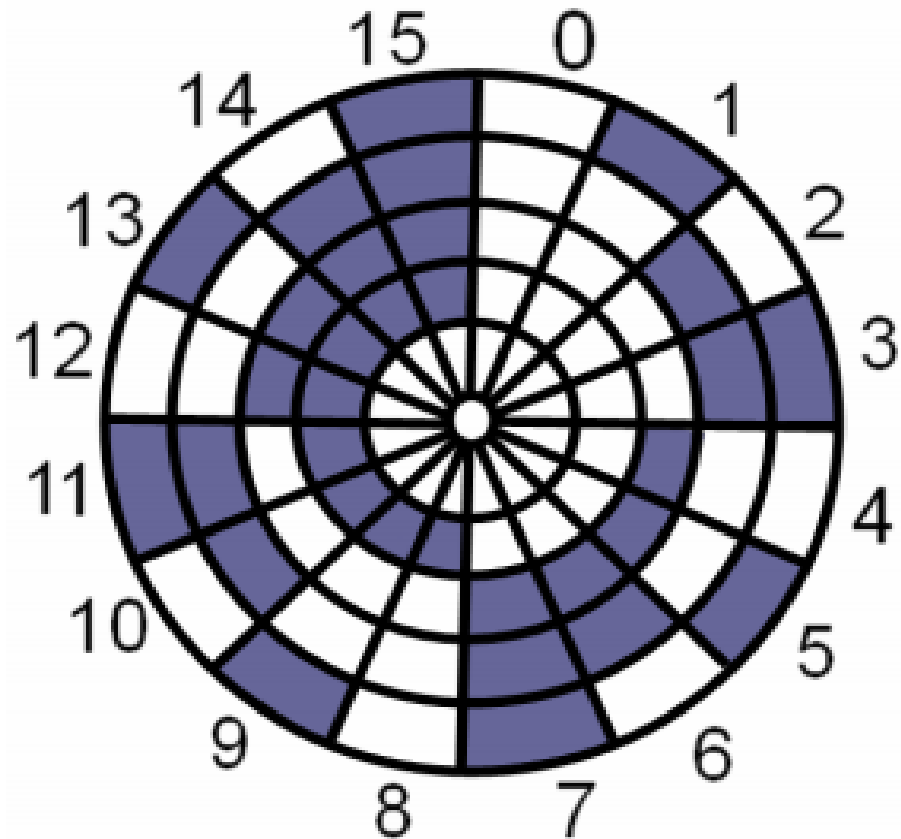


Абсолютни енкодери

В случай на премествания е възможно да се създаде преобразувател, измерващ преместване – линейно или ъглово, в който изходният сигнал е директно цифров. Абсолютните енкодери могат да бъдат линейни или ротационни. На фигурата са представени такива енкодери с използване на двоичен код.



a



$n = 4$

б

Всичките n бита, образуващи всяка от думите, се реализират съответно на n успоредни или концентрични пътечки при използване на две различни състояния за определяне на логическите 0 или 1:

- ненамагнитваща се или феромагнитна повърхност – при магнитното четене;
- изолираща или проводяща повърхност – при електрическото четене;
- непрозрачна или пропускаща светлината – при оптичното четене.

Оптическото четене се използва много често като за всяка пътечка има източник – електромагнитен диод, и приемник – фототранзистор.

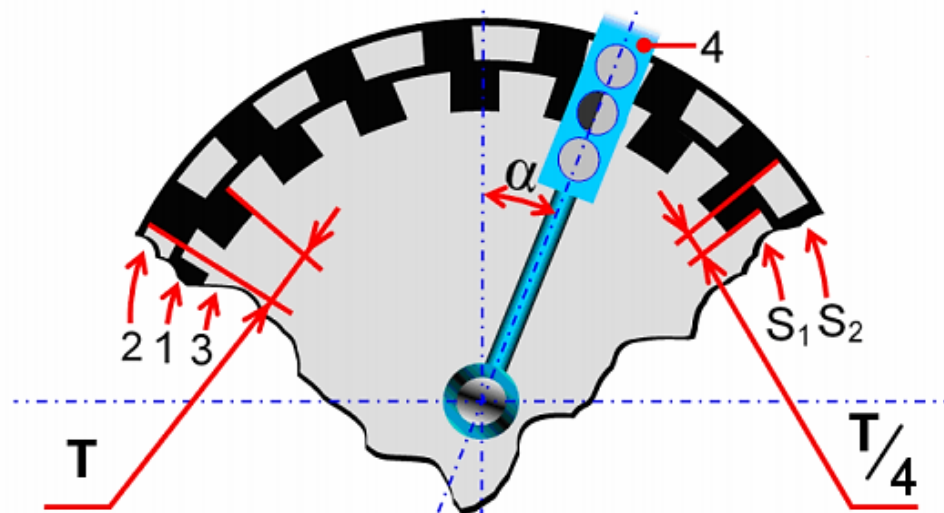
Броят на елементите N във всяка пътечка определя разделителната способност:

- за линейните с дължина L тя е L/N ;
- за ъгловите – $360^\circ/N$.

При използване на прав двоичен код получената информация се обработва с помощта на изчислително устройство. Но тъй като при изменение на числото с една единица при определени комбинации се изменят едновременно много битове, може да възникне грешка от неправилното четене. Опасността от грешно четене може да се избегне, или като се използва код, в който при всяко елементарно преместване се изменя само един бит (обикновено това са специални кодове – например, код на Грей); или като се използва прав двоичен или BCD код, но се включва допълнително четящо устройство, позволяващо да се избягва двусмисленото четене в преходните зони (носители на код с две пътечки с управлявано четене) – например т.нар. U-виден запис.

Инкрементални (относителни) оптични енкодери

Дават възможност за определяне на преместването, както и на скоростта на въртене на даден обект с помощта на неголям брой пътечки (2 или 3) с по-малко сложна маска в сравнение с абсолютните кодови преобразуватели.



Две концентрични (при ротационните) или успоредни (при линейните) пътечки са разделени по на N равни елементарни площадки (стъпки), последователно – непрозрачни и пропускащи светлината, образуващи растер. При това площадките от едната пътечка са изместени на четвърт пространствен период ($T/4$) една спрямо друга. Понякога се добавя трета пътечка (с единствена прозрачна площадка) с цел да е възможно броенето на оборотите и установяване на нулата на брояча

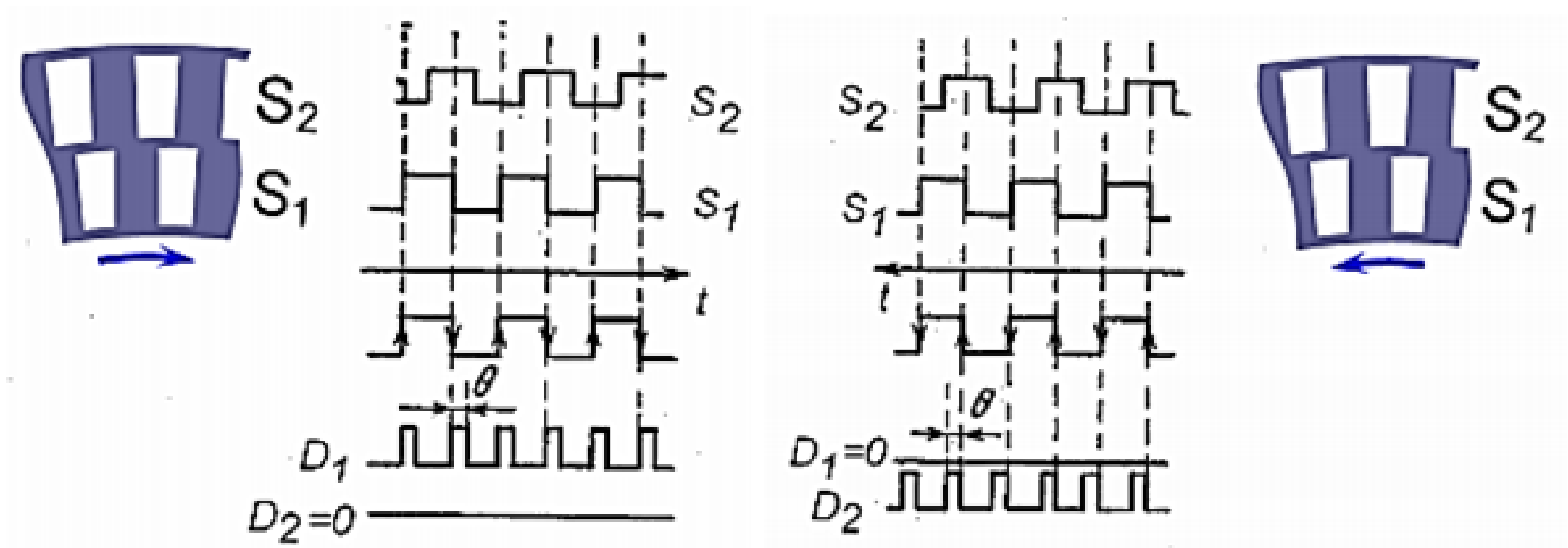
Следователно, тези преобразуватели могат да се използват за:

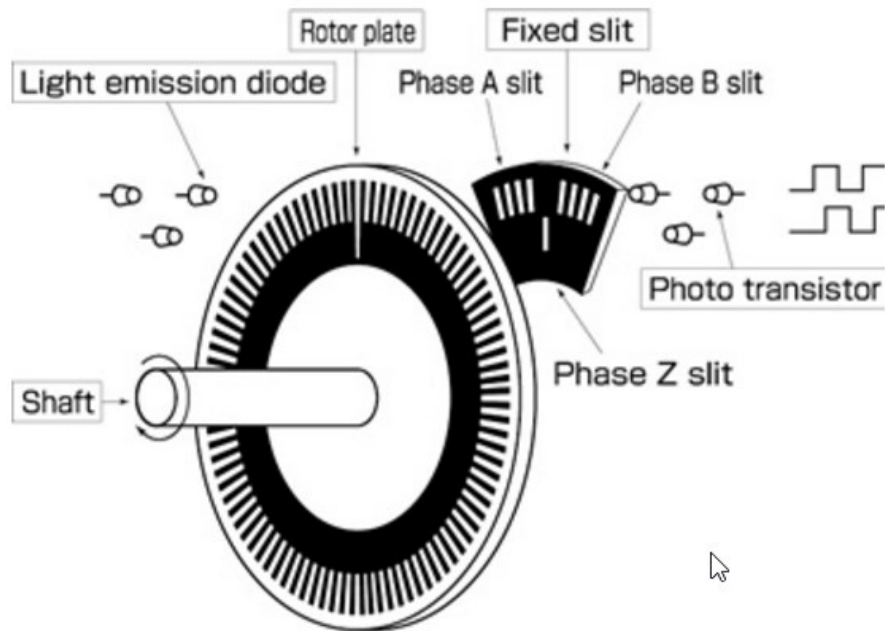
- определяне на преместването и скоростта на преместването;
- определяне на посоката на движението;
- нулиране и броене на оборотите.

Четенето за всяка пътечка се осъществява с помощта на оптична двойка: източник (светодиод) и приемник (фототранзистор), разположени от противоположните страни на диска (рейката).

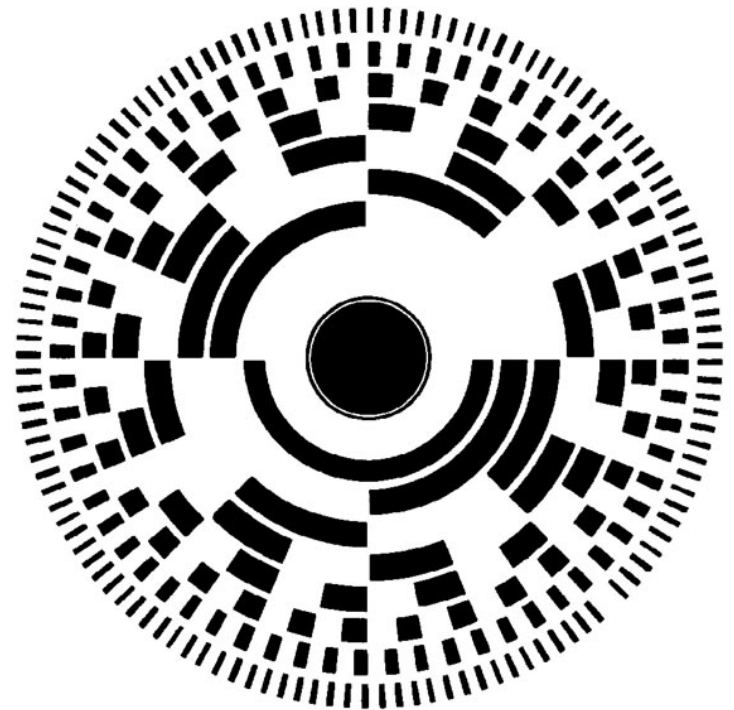
За определянето на посоката на преместването се използва електронна схема, която позволява, изхождайки от сигналите S_1 на пътечка 1, да се разпознаят техните предни или задни фронтове, които да се свържат със състоянието S_2 (0 или 1) на пътечка 2 в същия момент

$$\{\uparrow: (dS_1/dt) > 0\} \quad \{\downarrow: (dS_1/dt) < 0\}$$





Incremental Encoder Simplified Structure



Огледалният двоичен код, известен още като двоично-реверсивен код, позиционен код или код на Грей, е вид двоичен код, в който при преминаването между две съседни стойности се променя само една цифра, т.е. има разстояние на Хеминг единица.

Пример: осемте стойности на 3-разреден огледален двоичен код са $000 \rightarrow 001 \rightarrow 011 \rightarrow 010 \rightarrow 110 \rightarrow 111 \rightarrow 101 \rightarrow 100$.

Интересно свойство на кода на Грей е неговата цикличност - първият елемент на редицата може да бъде поставен след последния и така се образува цикъл. Това свойство е съвсем естествено, като се има предвид, че n-разреден код на Грей описва Хамилтонов цикъл в n-мерния булев куб. Последното е естествено, тъй като кодът на Грей съдържа по веднъж всички n-разредни двоични вектори (които са всички върхове на n-мерния булев куб), като съседните са на разстояние на Хеминг единица (както и съседните върхове в куба).

0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

Първоначалното име „огледален“ показва поведението на младшите разреди спрямо средата - във втората половина от кодовите значения разредите повтарят стойностите си от първата половина в обратен (огледален) ред. Това е видно от примера: ако се махне само най-старшият разряд, стойностите от първата половина при старши разряд 0 ($00 \rightarrow 01 \rightarrow 11 \rightarrow 10$) се повтарят във втората при разряд 1 в обратен ред ($10 \rightarrow 11 \rightarrow 01 \rightarrow 00$). Ако се махнат два разреда, симетрията се повтаря два пъти - ($0 \rightarrow 1 / 1 \rightarrow 0$).

Името „позиционен“ е следствие от употребата на кода за премахване на смущенията в електро-механичните ъглови позиционни датчици. Френският инженер Емил Бодо създава такива датчици през 1878 г. За направеното от него подобрение на телеграфните апарати, той получава Ордена на почетния легион. Това име има тясно разпространение и не трябва да се бърка с математическото понятие позиционен код - произволен код, в който една и съща цифра има различен смисъл в зависимост от позицията си.

Името „код на Грей“ първоначално се появява в САЩ благодарение на патента[1], получен от Франк Грей от лабораториите Бел през 1953 г. за приемник на сигнали в огледален двоичен код. Въпреки неточността името се разпространява и в други страни.

Основното предимство на кода е единичната промяна между последователните стойности. При кодовете, основани на [двоичната бройна система](#), всеки преход от нечетно към по-голямо четно число (или обратно) може да създаде неверни междинни стойности. Пример: при преход от $5_{(10)}=101_{(2)}$ към $6_{(10)}=110_{(2)}$ е възможно двете последни цифри да се променят неедновременно и за кратко да се появи междинна стойност $4_{(10)}=100_{(2)}$ или $7_{(10)}=111_{(2)}$. При преходите с промяна на повече цифри е възможно дори да се мине през няколко междинни стойности.

Друго предимство е „цикличността“ на кода - последното значение във всяка огледално-двоична последователност е винаги от вида $100\dots 0$ и с промяна на единицата се връща до изходна стойност.

Конструирането е индуктивно и следва принципите на индукцията:

Едно-разредния код 0, 1 е код на Грей

Ако имаме построен (n-1)-разредния код на Грей построяваме n-разредния като записваме (n-1)-разредния и след края му го записваме отново в обратен ред. В ново-получената редица добавяме пред всеки елемент от първата половина 0, а пред всеки от втората половина - 1.

Пример:

1-разреден: 0, 1

2-разреден: $_0, _1; _1, _0$ и добавяме - 00, 01; 11, 10

3-разреден: $_00, _01, _11, _10; _10, _11, _01, _00$ и добавяме - 000, 001, 011, 010; 110, 111, 101, 100

2 digits

id	b_1b_0	g_1g_0
0	00	00
1	01	01
2	10	11
3	11	10

3 digits

id	$b_2b_1b_0$	$g_2g_1g_0$
0	000	000
1	001	001
2	010	011
3	011	010
4	100	110
5	101	111
6	110	101
7	111	100

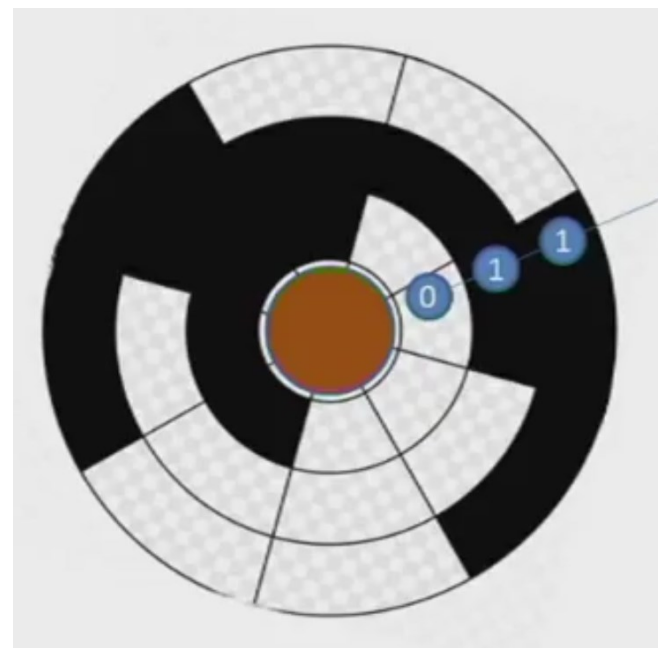
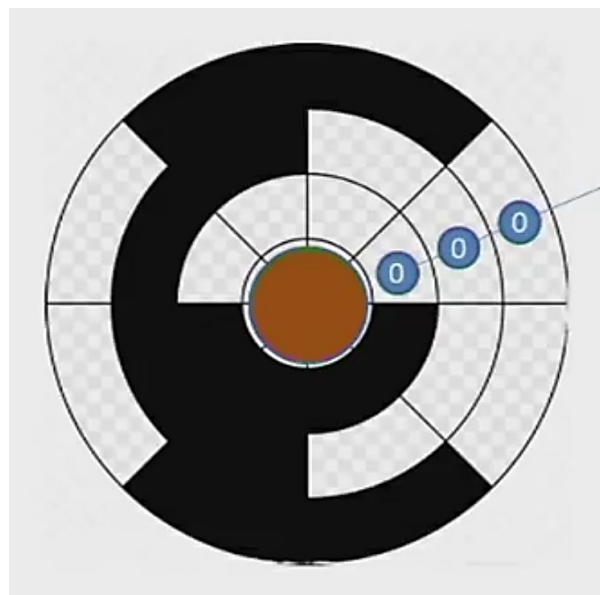
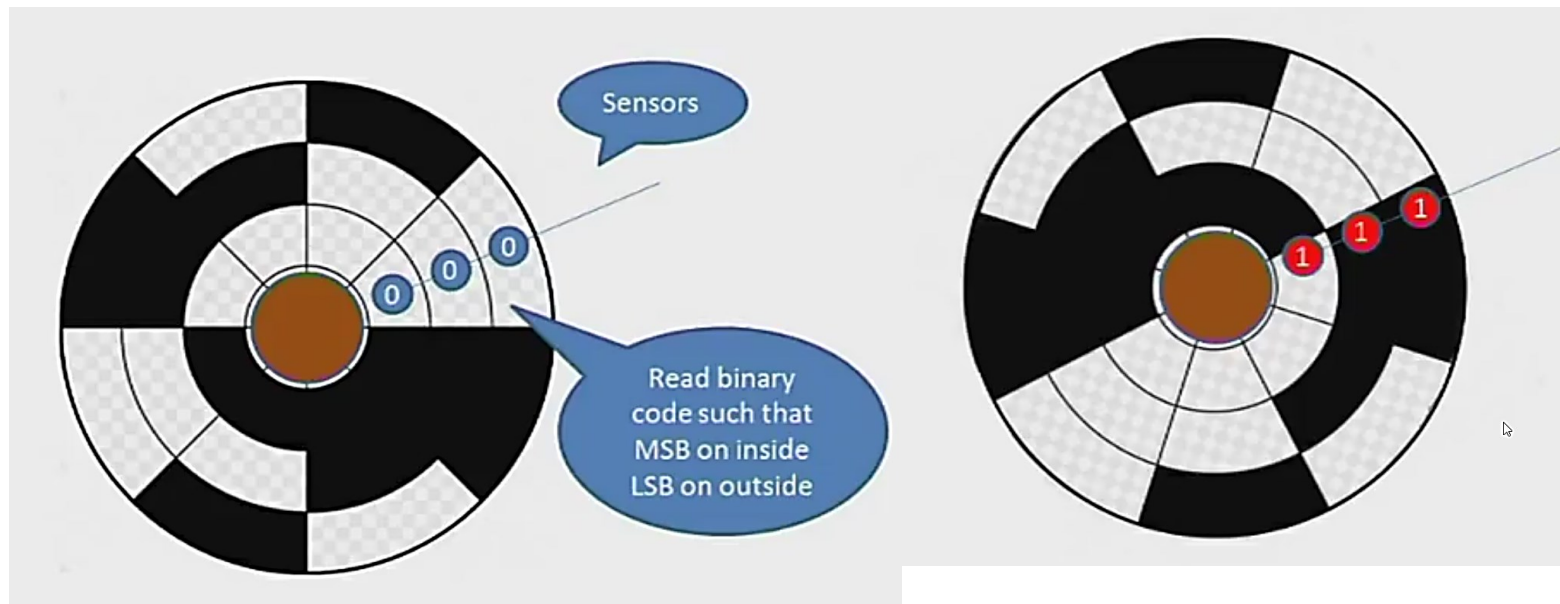
3-bit binary
shaft
encoder

$2^3 = 8$ sectors on the
encoder
 $360^\circ \div 8 = 45^\circ$
So binary code tell us
the position of the
shaft to within 45°



Sensors



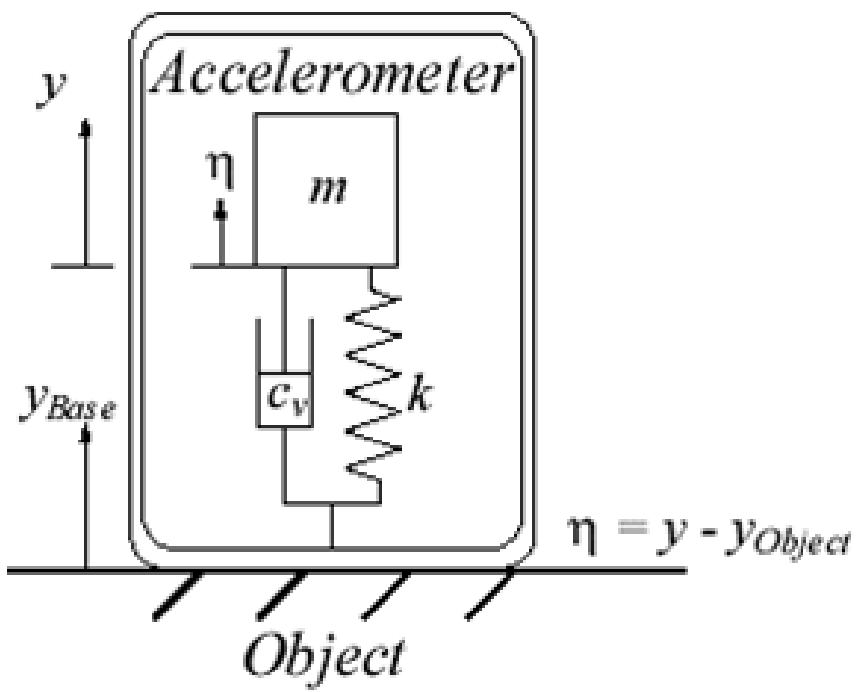


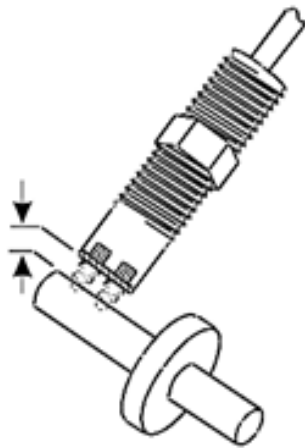
Сензори за скорост, ускорение и вибрации

Скоростта и ускорението мога да се получат съответно с едно и две диференцирания на сигнала за позиция. Това понякога води до увеличаване на шума в сигнала. Друг вариант е да се измерва скоростта директно – да се измерва честотата на поредица от импулси от фото или друг вид преобразувател. Има сензори даващи възможност дори ускорението да се измерва директно – MEMS акселерометри.

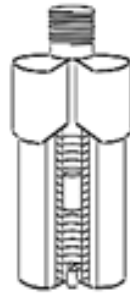
Акселерометри са използвани за измерване на движението и вибрациите на структура, която е изложена на динамични натоварвания. Динамични натоварвания произлизат от различни източници, включително:

- Човешките дейности - ходене, бягане, танцуване или прескачане
- Работа с машини - във вътрешността на сграда или отвън
- Строителни и монтажни работи – движещи се пилони, събаряне, пробиване и изкопаване
- Преместване на товари по мостове
- Сблъсък на превозни средства
- Ударни натоварвания - падащи отломки
- Ударни натоварвания - вътрешни и външни експлозии
- Срутване на конструктивни елементи
- Натоварвания от вятър
- Въздушни взривове - налягане
- Загуба на устойчивост
- Земетресения и вторични трусове





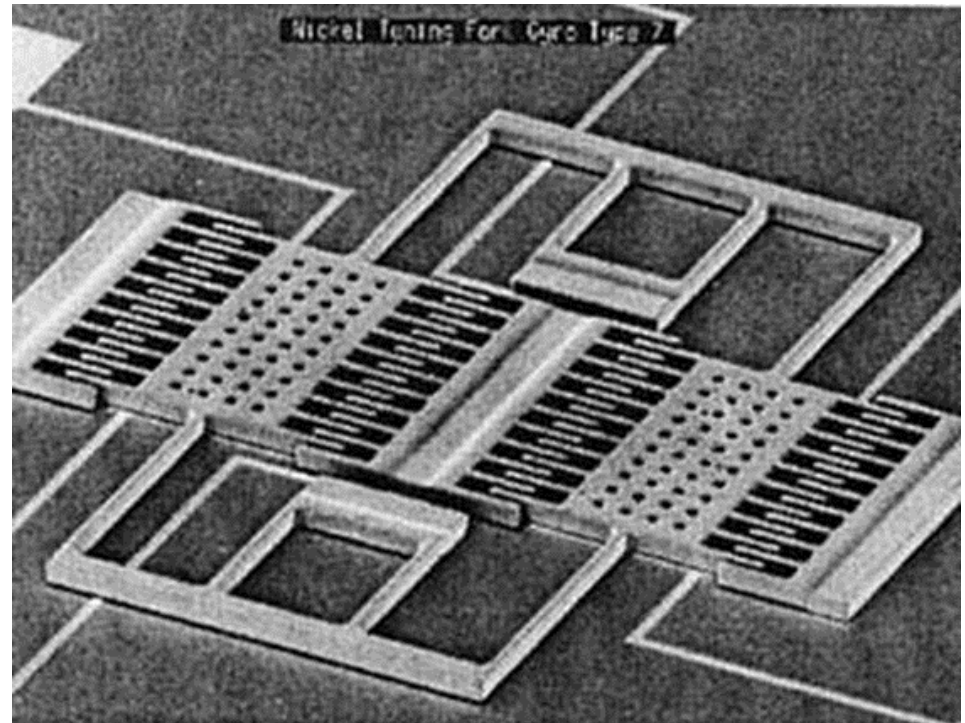
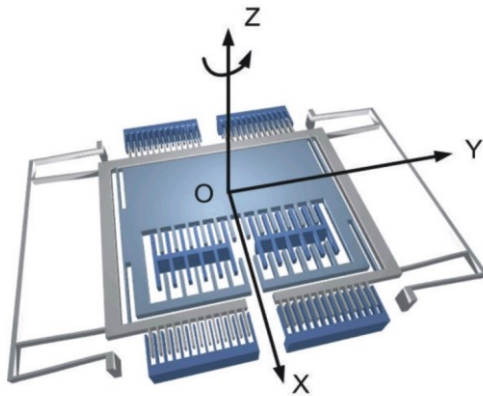
**Noncontacting
Displacement
Transducer**



**Electrodynamic
Velocity Transducer**



Accelerometer

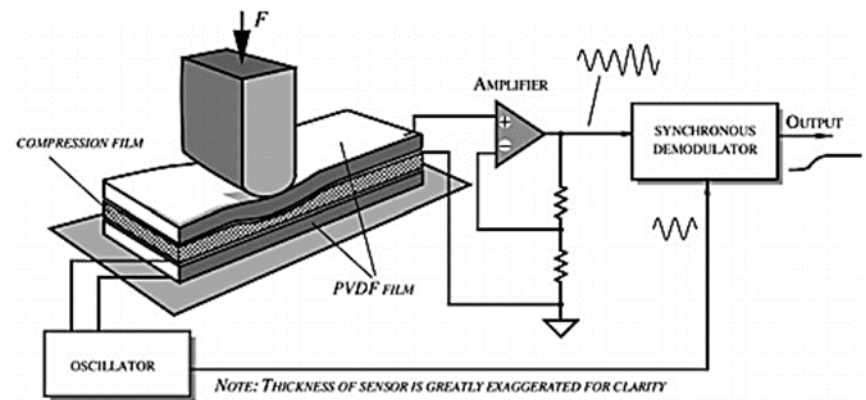
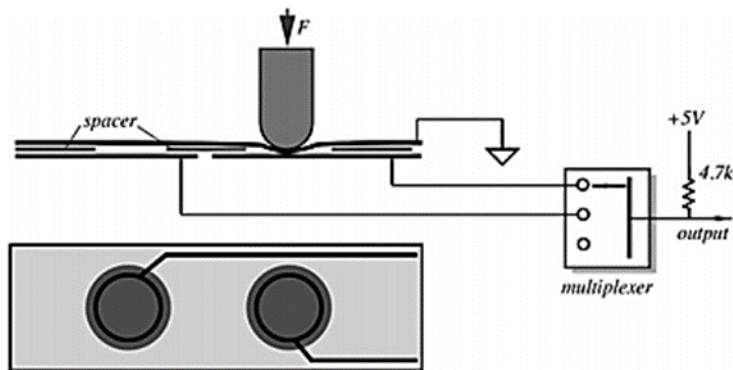


Сензори за допир

Датчиците за докосване могат да се разделят на три подгрупи:

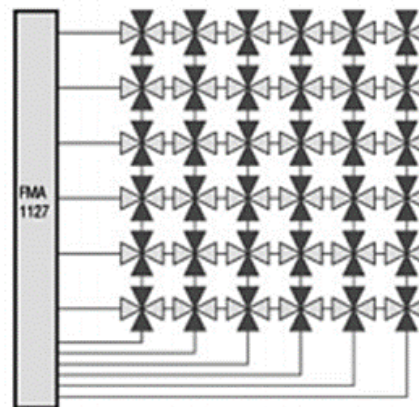
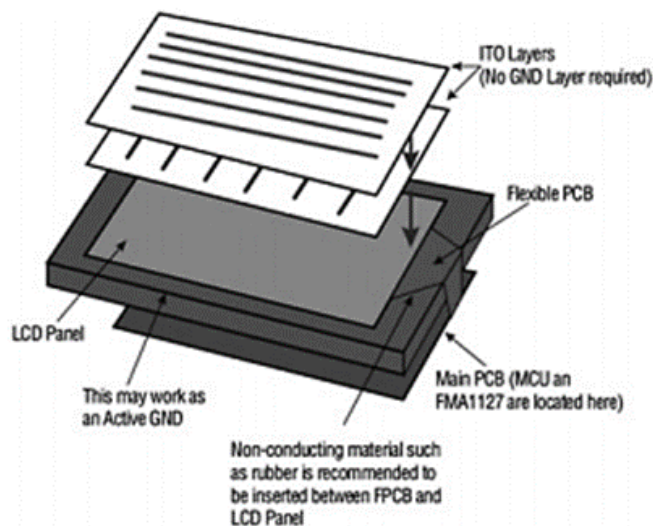
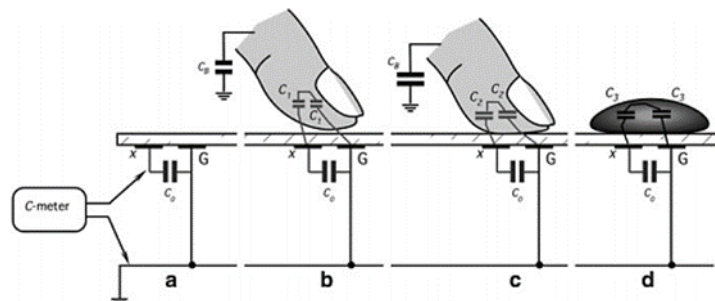
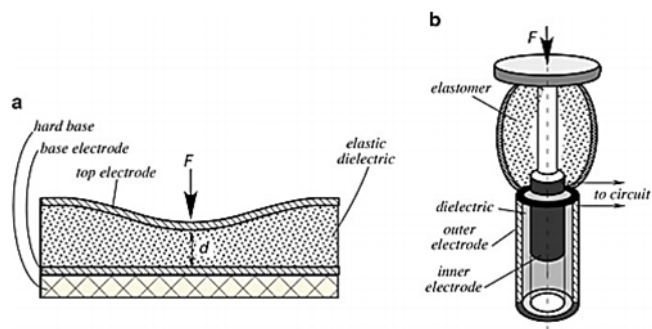
- Докосване - *Touch Sensors*. Тези сензори са предназначени за откриване и измерване контактни сили в точно определени точки. Сензорът обикновено е прагово устройство или двоичен сензор, а именно - докосване или не-докосване.
- Пространствени сензори - *Spatial Sensors*. Тези сензори са предназначени за откриване и измерване на пространственото разпределение на сили в предварително определена сензорна зона, както и последващо тълкуване на пространствената информация. Пространствено-чувствителните масиви са координирана група на сензори за допир.
- Сензори за приплъзване - *Sensors Slip*. Тези сензори са предназначени за откриване и измерване на движението на даден обект. Това може да се постигне или чрез специално проектирани сензор на плъзгането, или от тълкуването на данните от сензор докосване или пространствен масив.

Мембранен превключвател като тактилен сензор и Активен ултразвуков сензорен датчик



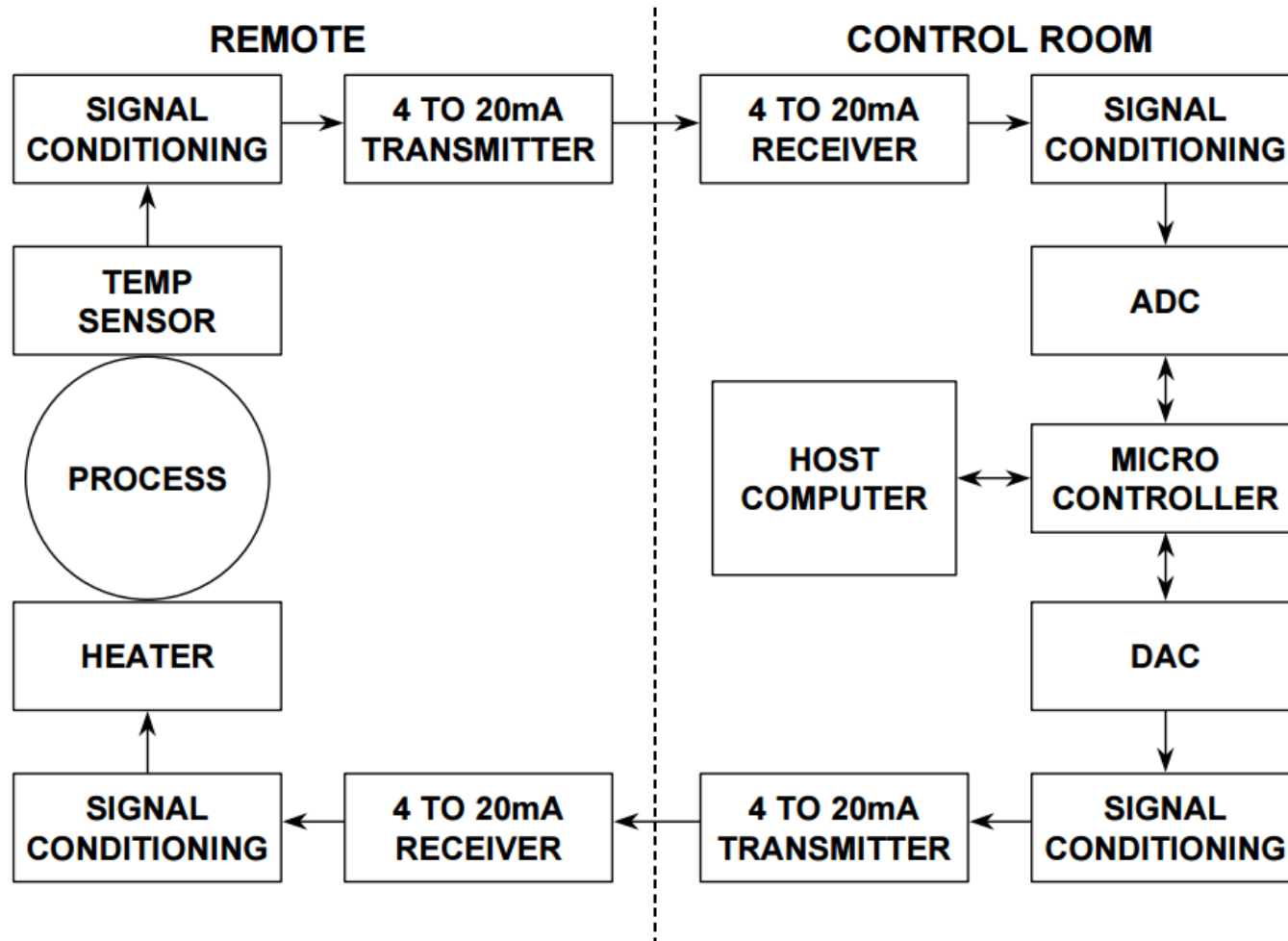
Капацитивен сензор за допир

Заместващата електрическа схема

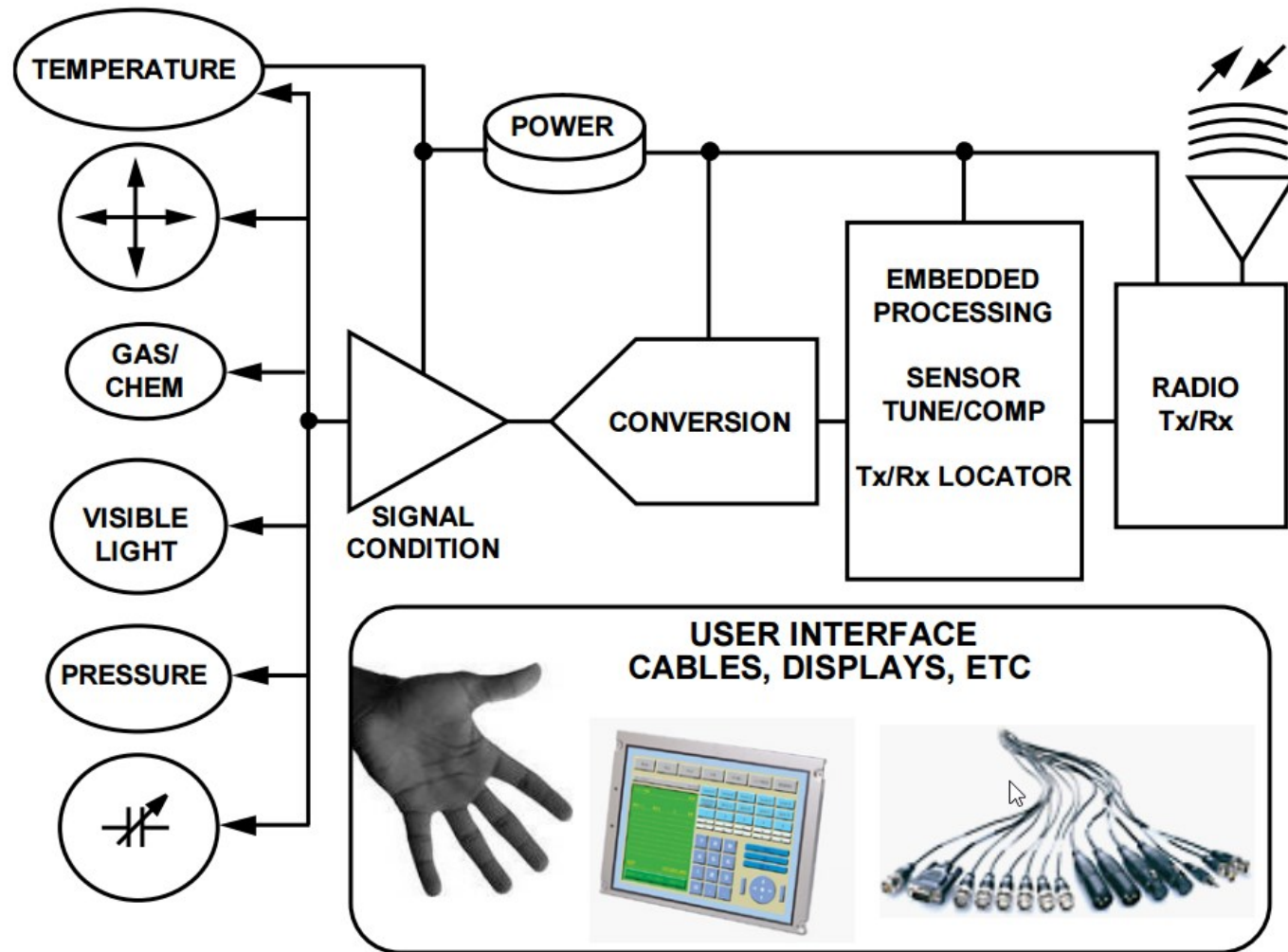


Екран – touch screen на Fujitsu Microelectronic America

Типична процедура за контрол на температурата в индустрията

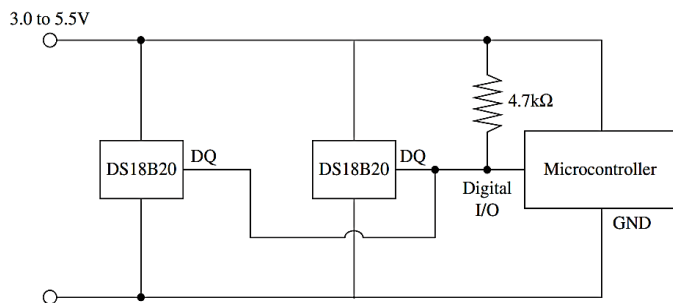


Типична процедура за контрол на температурата в индустрията

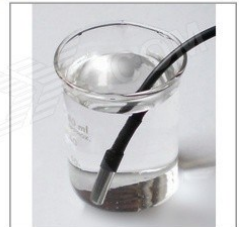
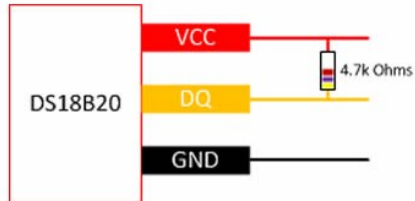
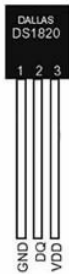


Интегрални схеми с цифрови термометри - Digital Thermometer Ics

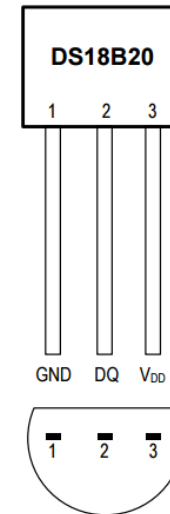
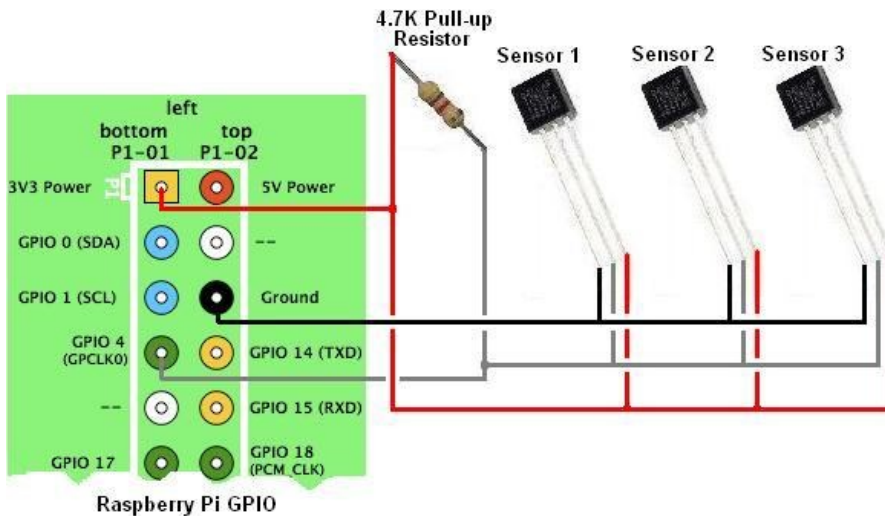
Още по-високо-технологичен подход за измерване на температурата е да се използва дигитален термометър IC. Тези устройства имат сериен интерфейс за използване от микроконтролери. Типичен дигитален термометър IC е DS18B20. Той използва серийна шина стандарт, наречен 1-Wire, която може да позволи на множество сензори, да споделят една и съща линия на данни. Тези устройства са по-точни, отколкото линейните устройства като TMP36. Цифровият термометър IC има обявена точност от $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ и измерва температура в границите от -55°C до $+125^{\circ}\text{C}$.



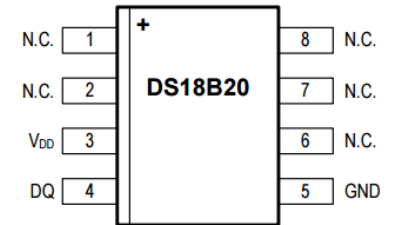
Тъй като дигиталните термометри предават своите данни в цифров вид, те са много подходящи за дистанционно наблюдение, като дължината на кабела и електрическите смущения ще има по-малък ефект, отколкото с аналогово устройство. Цифровите интегрални схеми, термометри също могат да бъдат конфигурирани да работят в "паразитни - *parasitic*" режим на захранване, когато се консумира енергия от линията за данни - *harvest power*, което им позволява да бъдат свързани само с два проводника.



Pin Configurations



TOP VIEW



SO (150 mils)
(DS18B20Z)



μSOP
(DS18B20U)

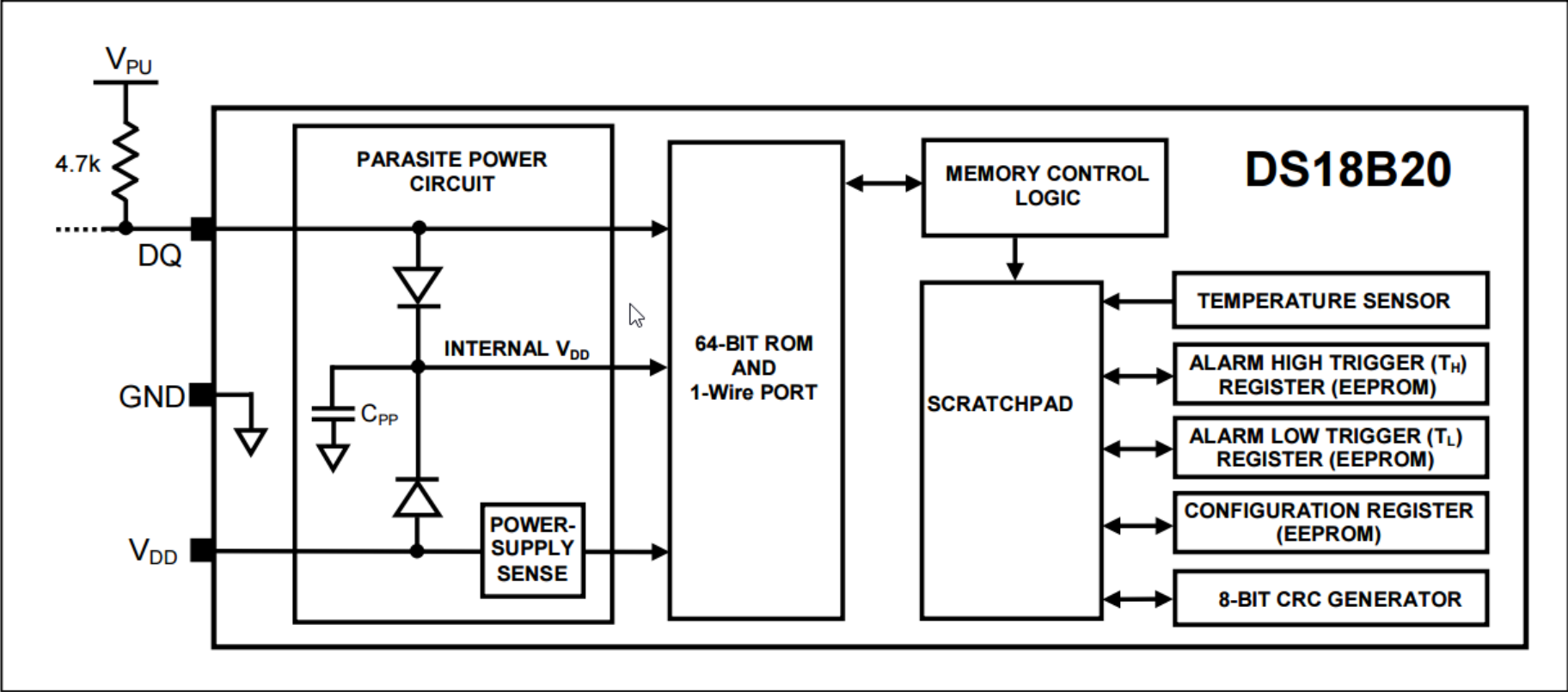
Benefits and Features

- Unique 1-Wire[®] Interface Requires Only One Port Pin for Communication
- Reduce Component Count with Integrated Temperature Sensor and EEPROM
 - Measures Temperatures from -55°C to +125°C (-67°F to +257°F)
 - $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ Accuracy from -10°C to +85°C
 - Programmable Resolution from 9 Bits to 12 Bits
 - No External Components Required
- Parasitic Power Mode Requires Only 2 Pins for Operation (DQ and GND)
- Simplifies Distributed Temperature-Sensing Applications with Multidrop Capability
 - Each Device Has a Unique 64-Bit Serial Code Stored in On-Board ROM
- Flexible User-Definable Nonvolatile (NV) Alarm Settings with Alarm Search Command Identifies Devices with Temperatures Outside Programmed Limits
- Available in 8-Pin SO (150 mils), 8-Pin μSOP , and 3-Pin TO-92 Packages

ОБЩ ПРЕГЛЕД

Блоковата схема е показана на следващата фигура. 64-bit ROM съдържа уникален за уреда сериен код. Работната памет се състои от 2-byte температурен регистър, който съхранява цифровия изход на температурния сензор. В добавка паметта има два регистъра за аларма **1-byte upper and lower alarm trigger registers (TH and TL)** и един **1-byte configuration register**. Конфигурацията на регистъра позволява да се настрои резолюцията на **temperature to-digital conversion to 9, 10, 11, or 12 bits**. Тези регистри са независими от захранването **nonvolatile (EEPROM)**, така че се запазват и след изключването на захранването. The DS18B20 използва **Maxim's exclusive 1-Wire bus protocol** който осигурява комуникацията на данните и контролните сигнали. Линията за контрол изисква **pullup resistor** и схемата има три степенни шини за данни чрез **via a 3-state or open-drain port (the DQ pin in the case of the DS18B20)**. В тази система управляващия (**the master device**) идентифицира и адресира сензора на шината използвайки уникалния **device's unique 64-bit code**. Поради това причина по една шина могат да се предават данни от неограничен брой сензори. Друга функция е възможността да работи без външно захранване **ability to operate without an external power supply**. Захранването става чрез **1-Wire pullup resistor** през **DQ pin** когато сигналът на шината е **high**. Високата стойност на напрежението зарежда вътрешния кондензатор **internal capacitor (C_{PP})**, който захранва уреда когато сигнала на шината е **low**. Този метод е известен като 1-Wire bus “**parasite power**.” Като алтернатива DS18B20 може да се захранва и по обичайния начин - **IC power-supply pin** (V_{CC}).

Figure 1. DS18B20 Block Diagram



НАЧИН НА ЗАХРАНВАНЕ НА СЕНЗОРА

Figure 4. Supplying the Parasite-Powered DS18B20 During Temperature Conversions

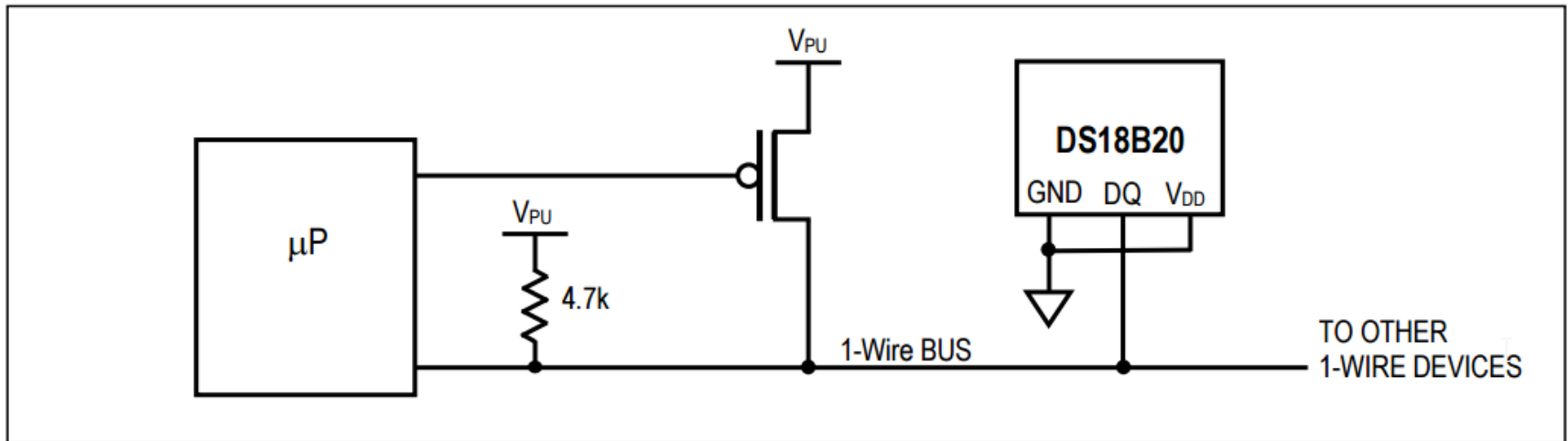
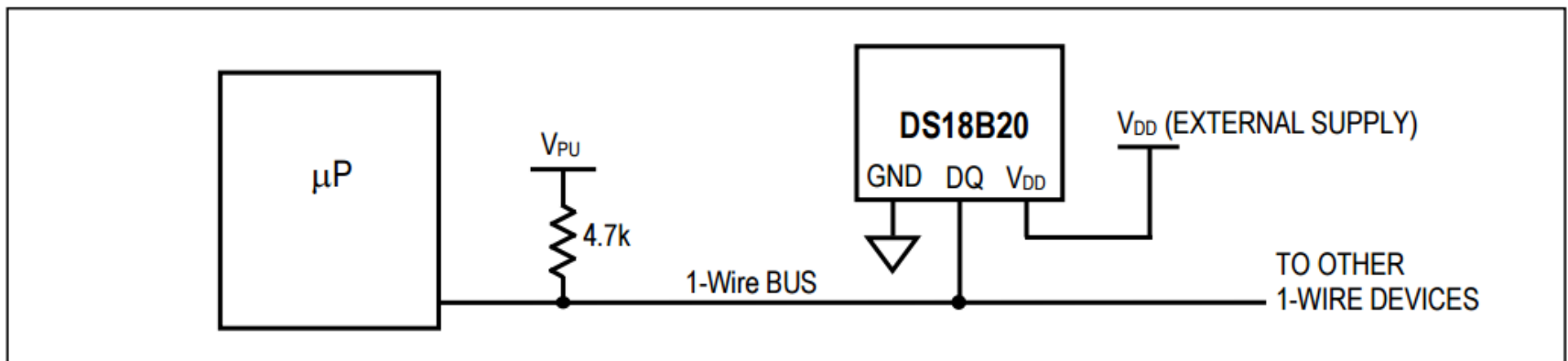


Figure 5. Powering the DS18B20 with an External Supply

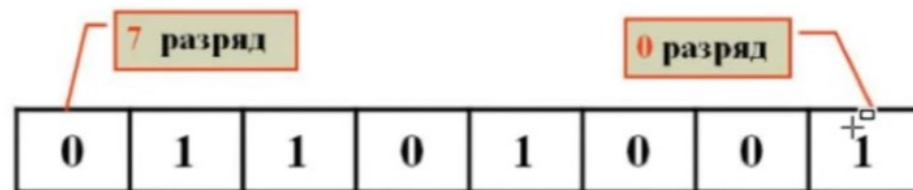
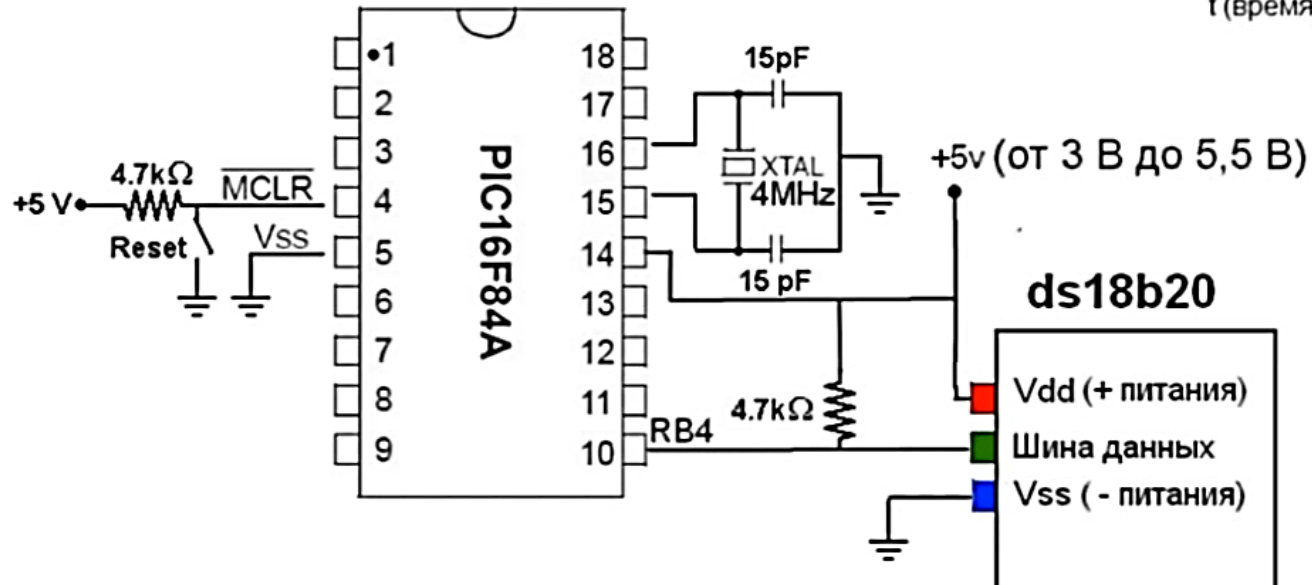


ПРОЦЕДУРА ЗА ИЗМЕРВАНЕ НА ТЕМПЕРАТУРАТА

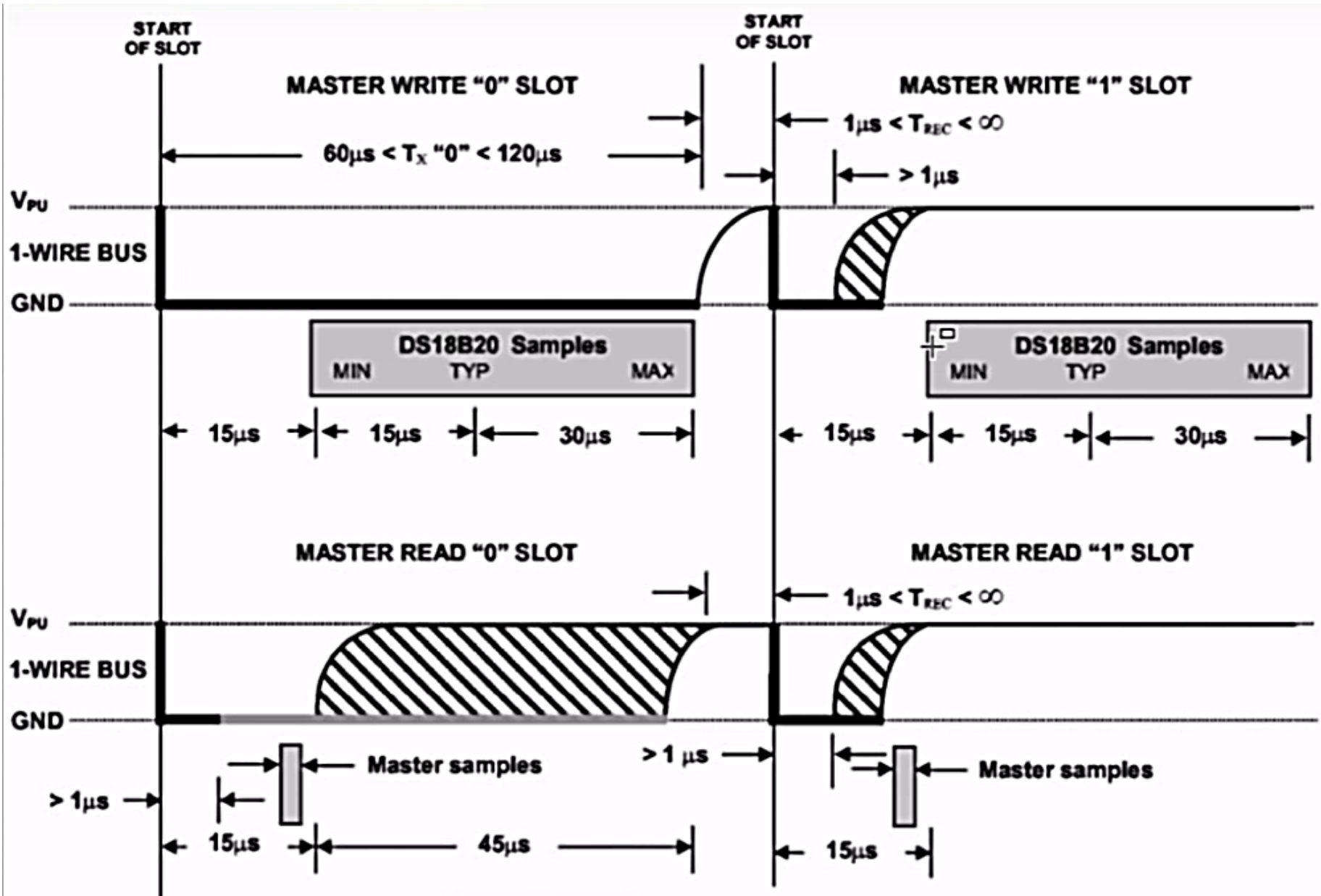
Основната функционалност на DS18B20 е директно цифрово преобразуване **direct-to-digital temperature sensor**.

Резолуцията може да бъде конфигурирана като **9, 10, 11, и 12 bits**,
Съответно с точност от **0.5°C, 0.25°C, 0.125°C, и 0.0625°C**, респективно. За да
иницира измерване на температура и **A-to-D conversion, master** трябва да изпрати
Convert T [44h] команда. Резултата от измерването се записва в **2-byte**
temperature register и уреда се връща в режим на изчакване **idle state**. DS18B20
отговаря с изпращане на 0 докато преобразуването е в прогрес и 1 когато е
завършено (това е само в случай на автономно захранване).

ИНИЦИАЛИЗАЦИЯ ВРЕМЕНА ДИАГРАММА

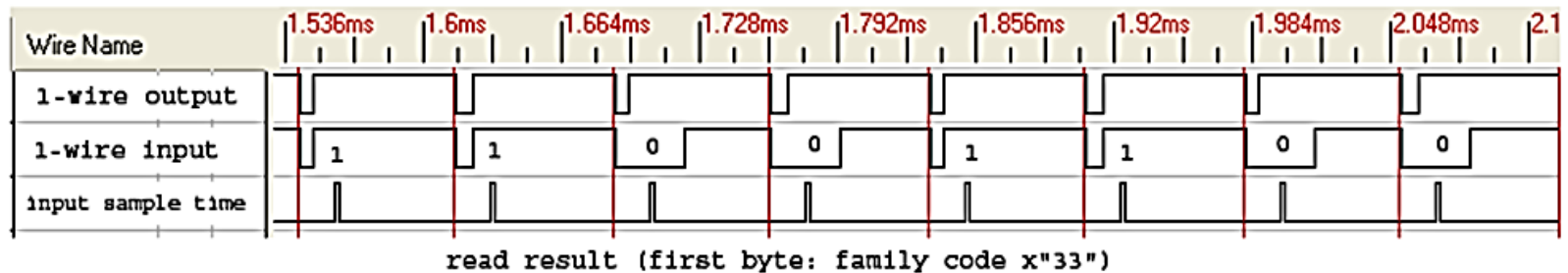
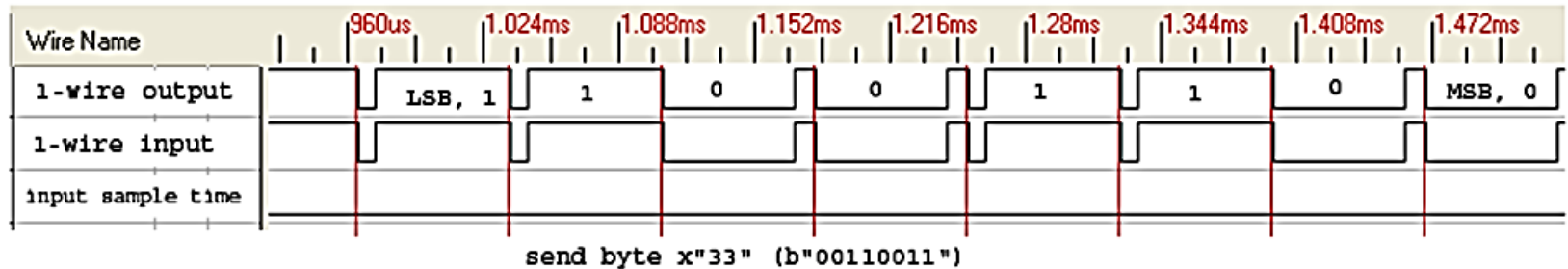
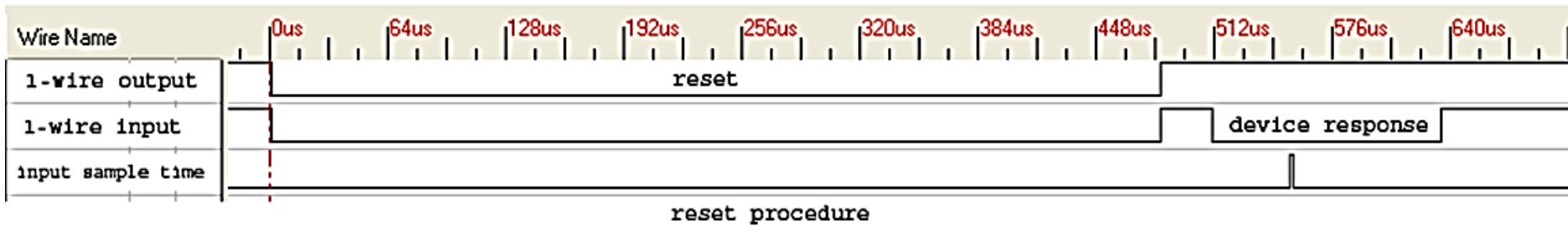


НАЧИН НА ПРЕДАВАНЕ НА ДАННИ



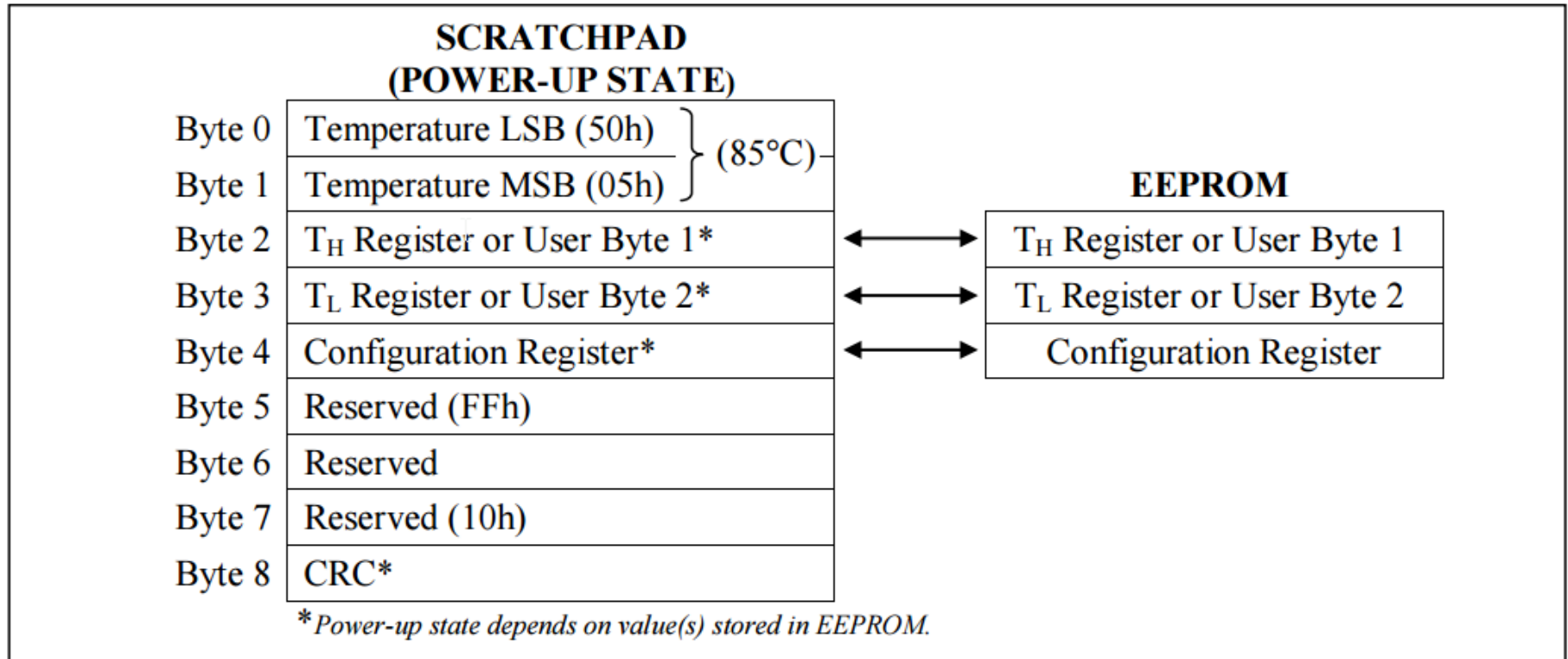
ПРИМЕР ЗА ПРЕДАВАНЕ НА ДАННИ ОТ И ДО СЕНЗОРА

1 Wire reset, write and read example with DS2432



РАЗПРЕДЕЛЕНИЕ НА ПАМЕТТА НА СЕНЗОРА

Figure 7. DS18B20 Memory Map



КОНФИГУРАЦИОНЕН РЕГИСТЪР НА СЕНЗОРА

Figure 8. Configuration Register

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
0	R1	R0	1	1	1	1	1

Table 2. Thermometer Resolution Configuration

R1	R0	RESOLUTION (BITS)	MAX CONVERSION TIME	
0	0	9	93.75ms	($t_{CONV}/8$)
0	1	10	187.5ms	($t_{CONV}/4$)
1	0	11	375ms	($t_{CONV}/2$)
1	1	12	750ms	(t_{CONV})

Figure 2. Temperature Register Format

	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
LS BYTE	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
	BIT 15	BIT 14	BIT 13	BIT 12	BIT 11	BIT 10	BIT 9	BIT 8
MS BYTE	S	S	S	S	S	2^6	2^5	2^4

S = SIGN

Table 1. Temperature/Data Relationship

TEMPERATURE (°C)	DIGITAL OUTPUT (BINARY)	DIGITAL OUTPUT (HEX)
+125	0000 0111 1101 0000	07D0h
+85*	0000 0101 0101 0000	0550h
+25.0625	0000 0001 1001 0001	0191h
+10.125	0000 0000 1010 0010	00A2h
+0.5	0000 0000 0000 1000	0008h
0	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5	1111 1111 1111 1000	FFF8h
-10.125	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-25.0625	1111 1110 0110 1111	FE6Fh
-55	1111 1100 1001 0000	FC90h

*The power-on reset value of the temperature register is +85°C.