5. АЦП В СЕНЗОРНИТЕ СИСТЕМИ

Критерии за избор на АЦП

- **Основни:**
  - Изисквана точност на системата
  - Изисквана разделителна способност
  - Особености на аналоговите сигнали
  - Скорост на преобразуване
  - Условия на околната среда
  - Необходимост от S&H- и S&T-схеми

- **Допълнителни:**
  - Брой на измервателните канали
  - Външен или вътрешен опорен източник
  - Необходимост от предусилватели
  - Изисквания на цифровия интерфейс
  - Изискван вид на изходния сигнал

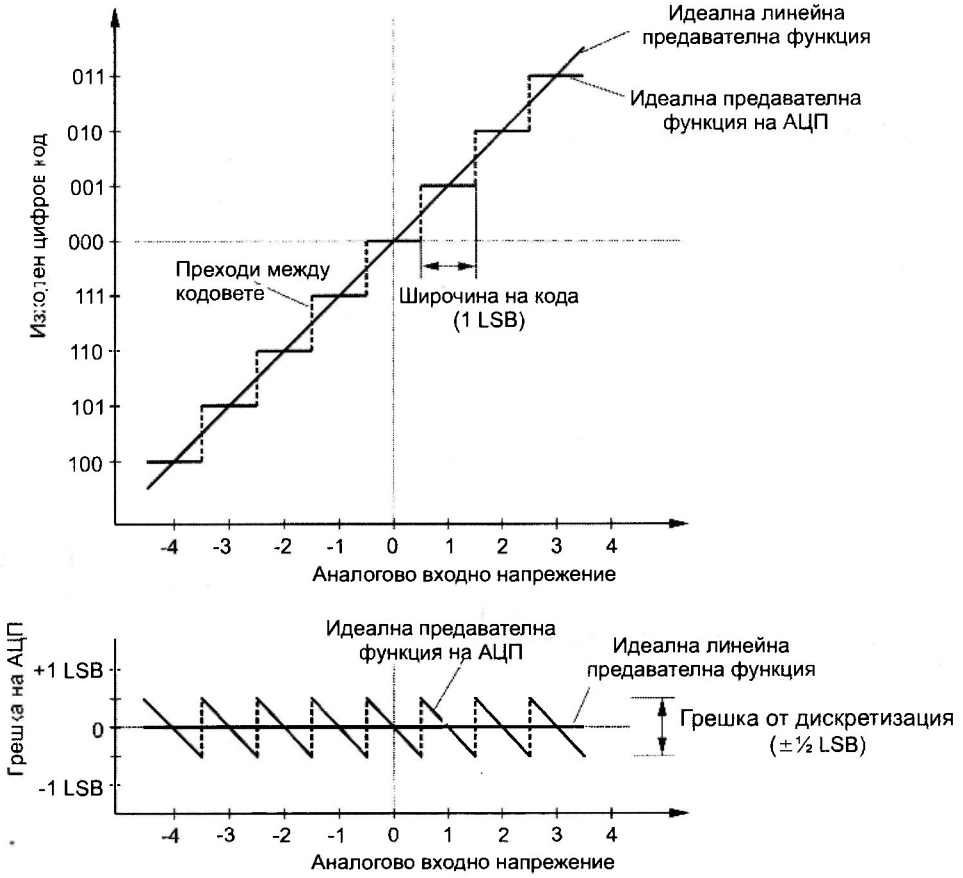
Таблица 5.1. Основни методи за АЦП

Метод	**r**	**h**	**Особености**
Паралелен	1	2^n-1	Голямо бързодействие, сложна реализация, висока цена
Последователен	n	n	Добро бързодействие, несложна реализация, необходимост от S&H-схеми
Броителен	2^n-1	1	Ниско бързодействие, проста реализация, ниска цена, висока разделителна способност и точност, няма необходимост от S&H-схеми, много добро подтискане на шумовете

n – битове (разделителна способност)
r – брой стъпки
h – брой опорни напрежения

Таблица. 5.2. Основни параметри на АЦП

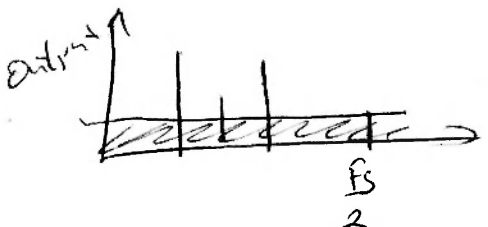
Разделителна способност, Bit	U_{LSB} абсолютна стойност (Обхват U = 10 V)	U_{LSB} Относителна стойност	Шум от дискретизация	SNR, dB
8	39 mV	0,4%	11 mV	50
10	9,8 mV	0,1%	3,5 mV	62
12	2,4 mV	0,02%	0,7 mV	74
16	0,15 mV	15 ppm	44 μV	98
20	10 μV	1 ppm	2,7 μV	122
22	2,4 μV	0,2 ppm	0,7 μV	134
24	0,6 μV	0,06 ppm	0,2 μV	146



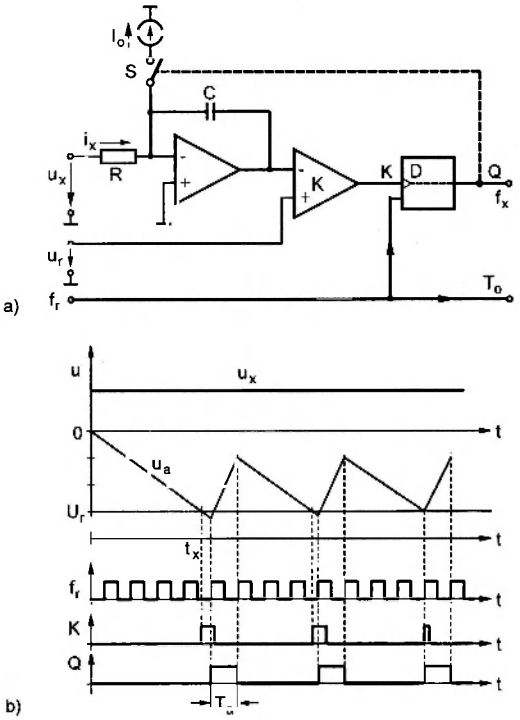
Фиг. 5.1. Предавателна характеристика на АЦП

- дискретизация по време - непр. стан дискрет.
- // - // по ниво
- Кодиране

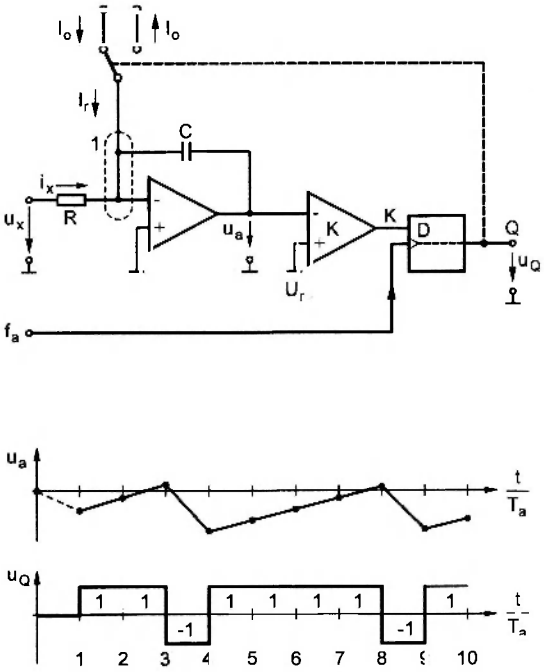
Но шума от дискр. неколира с полезн. входен сигнал.
- той ще бъде равномерно разпределен в честотна лента най к. Fs/2
- това поставя ограничения за динам. обхват на с. сигн



RMS Quant. noise $= \frac{q}{\sqrt{2}}$



Фиг. 5.2.а.

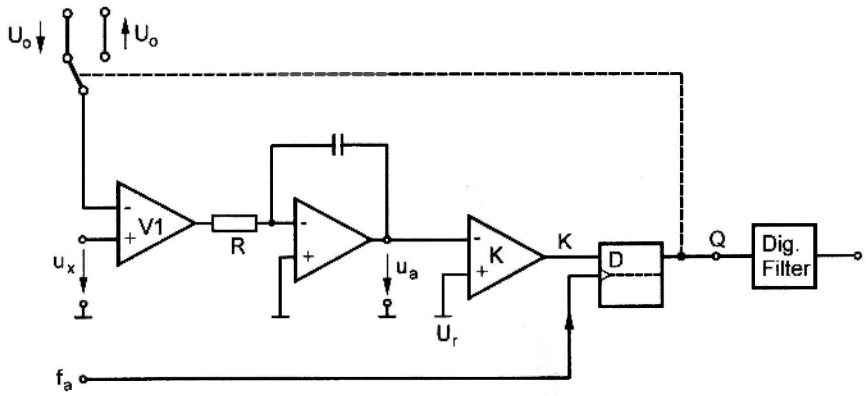


Фиг. 5.2.б.

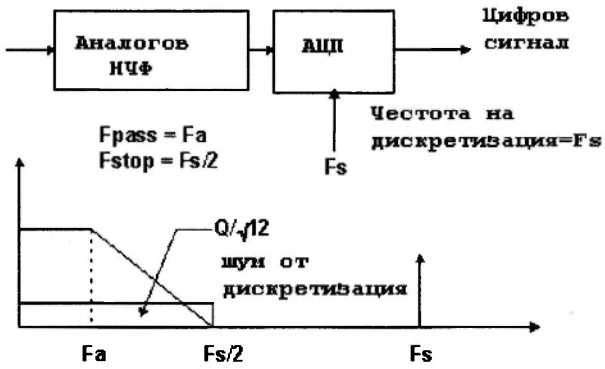
$SNR = (6{,}02n + 1{,}76)\,dB + 10\lg \frac{f_s}{2 f_a}\,dB$

Таблица 5.1. Сигнали на сигма-делта АЦП за u_X =0,6 V и i_X = 0,6 mA (фиг. 5.2.б.)

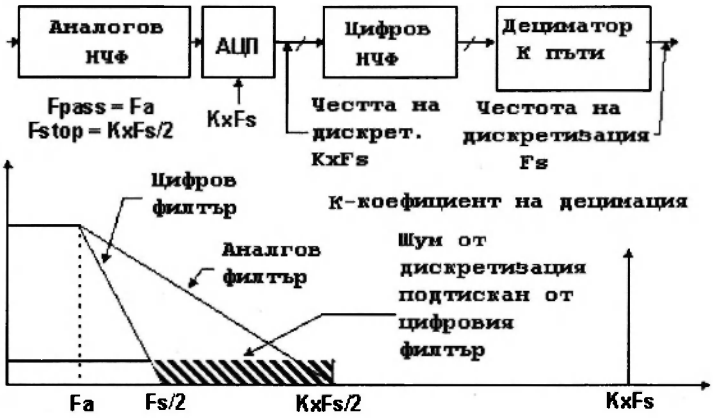
Такт	K	Ir, mA	Ix+Ir, mA	Ua, V
			+0,6	+0,2
1	+1	-1	-0,4	-0,2
2	+1	-1	-0,4	+0,2
3	-1	+1	+1,6	-1,4
4	+1	-1	-0,4	-1,0
5	+1	-1	-0,4	-0,6
6	+1	-1	-0,4	-0,2
7	+1	-1	-0,4	+0,2
8	-1	+1	+1,6	-1,4
9	+1	-1	-0,4	-1,0



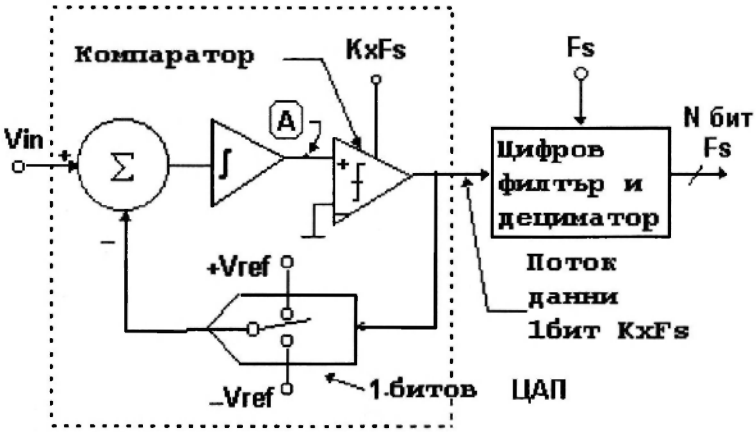
Фиг. 5.3.



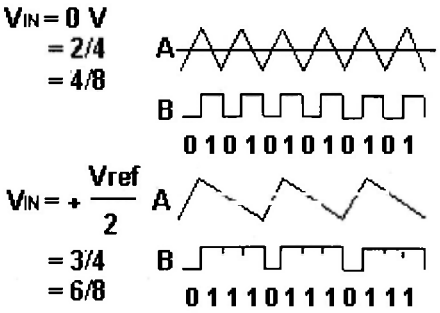
Фиг. 5.4. Дискретизация с използване на нискочестотен филтър и критерия на Найкуист.



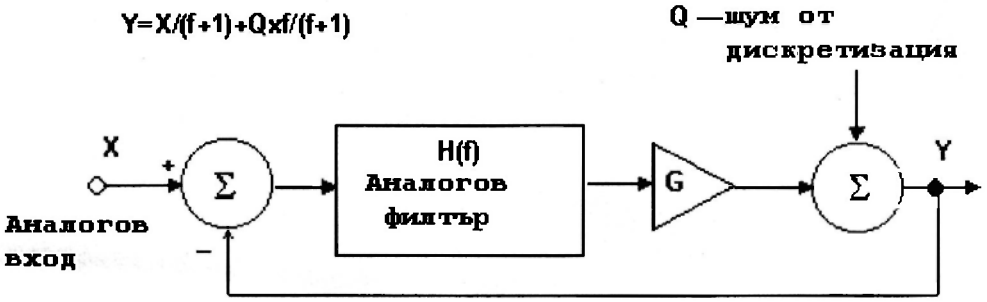
Фиг. 5.5. Предискретизация с аналогово и цифрово филтране.



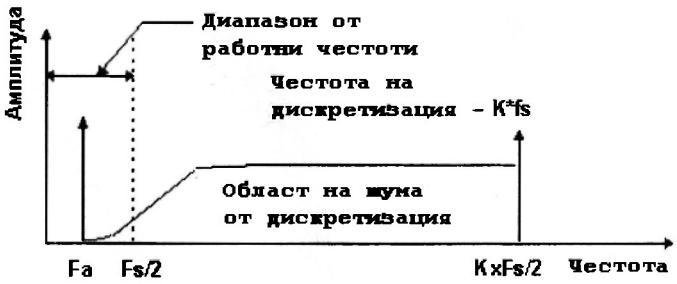
Фиг. 5.6. Сигма-делта АЦП от първи ред.



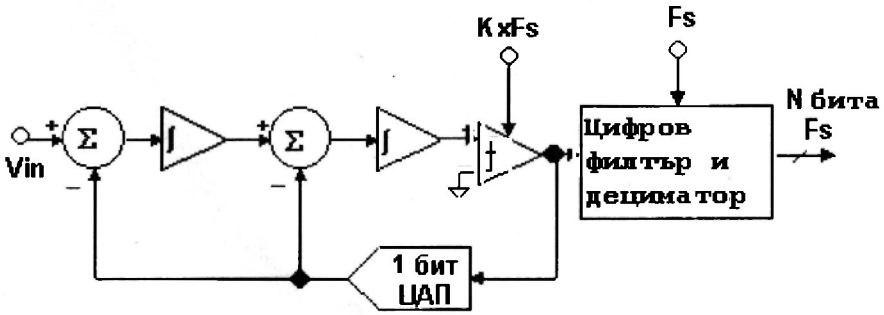
Фиг. 5.7. Форма на сигналите на сигма-делта модулатора.



Фиг. 5.8. Линеен модел на сигма-делта модулатор.



Фиг. 5.9. Преразпределение на шума от дискретизация.

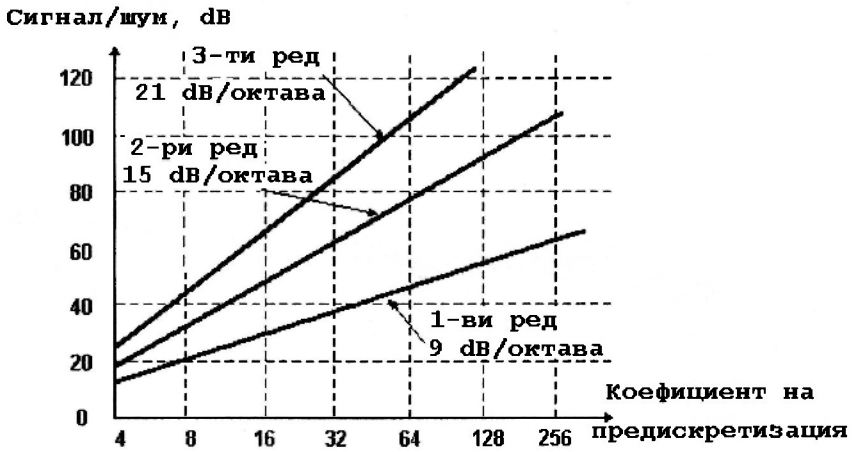


Фиг. 5.10. Сигма-делта АЦП от втори ред.

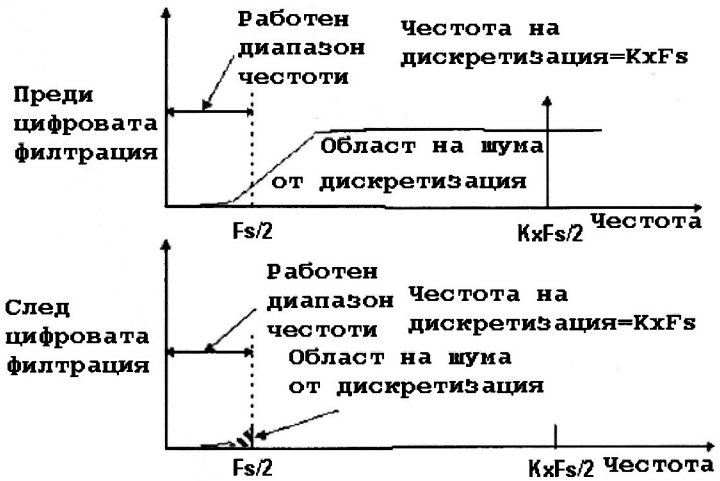
W. Travis Smart Sensor Stan.

S. P. Woods

Фиг. 5.11. Преразпределение на спектрите на шума за модулатори от първи и втори ред.

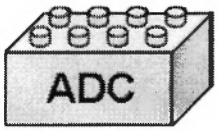


Фиг. 5.12. Зависимостта на отношението сигнал-шум от коефициента на предискретизация за едно-, дву- и трикаскадни преобразуватели.

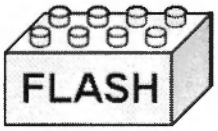


Фиг. 5.13. Действие на цифровото филтриране на шума от дискретизация.

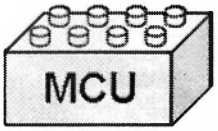
5.А. ПЛАТФОРМИ ЗА РЕАЛИЗАЦИЯ НА ИНТЕЛИГЕНТНИ СЕНЗОРНИ И АКТУАТОРНИ СИСТЕМИ



АЦП с висока разделителна способност

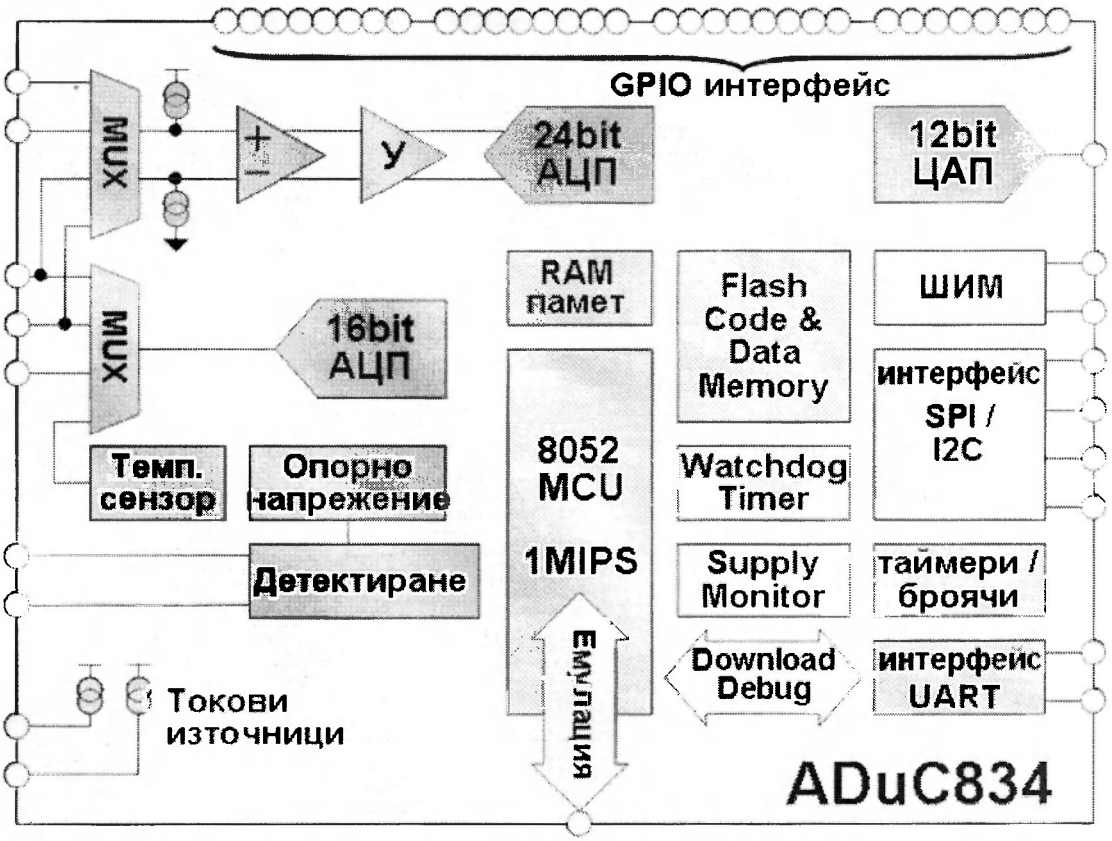


Енерго-независима памет

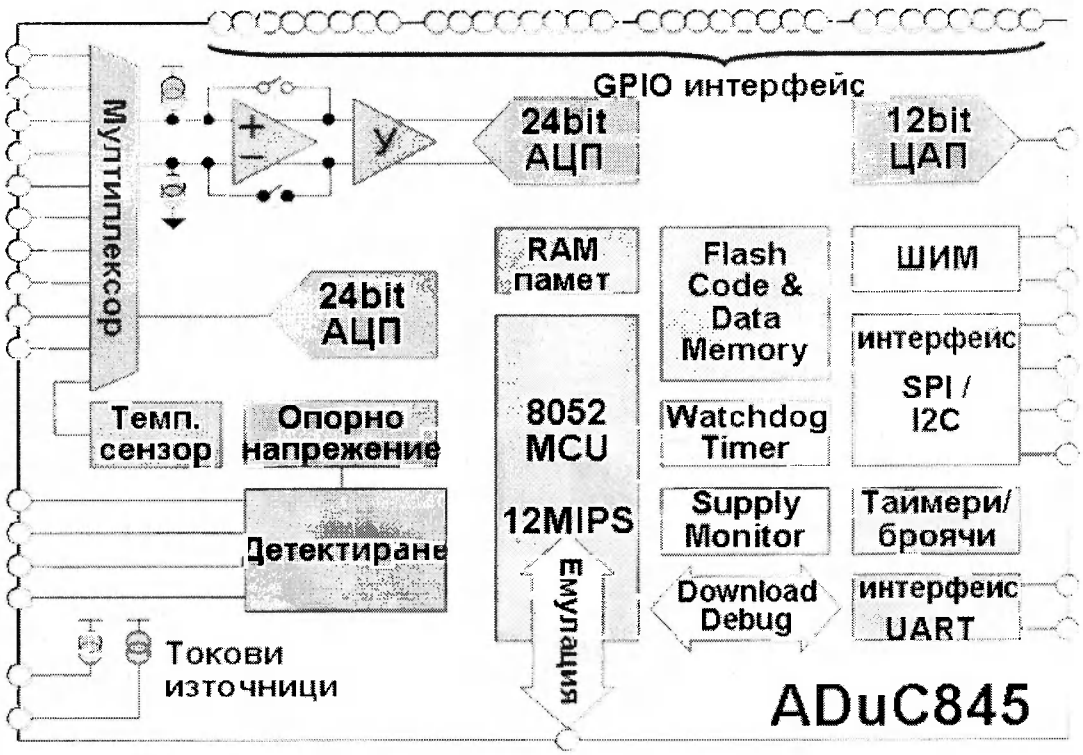


Микроконтролер

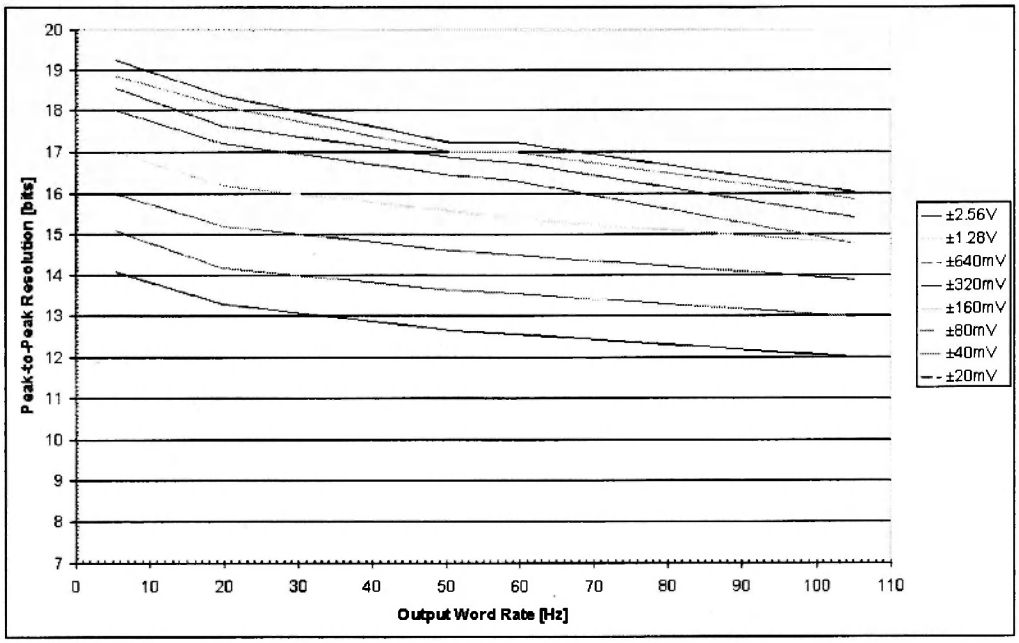
Фиг. 5.А.1.



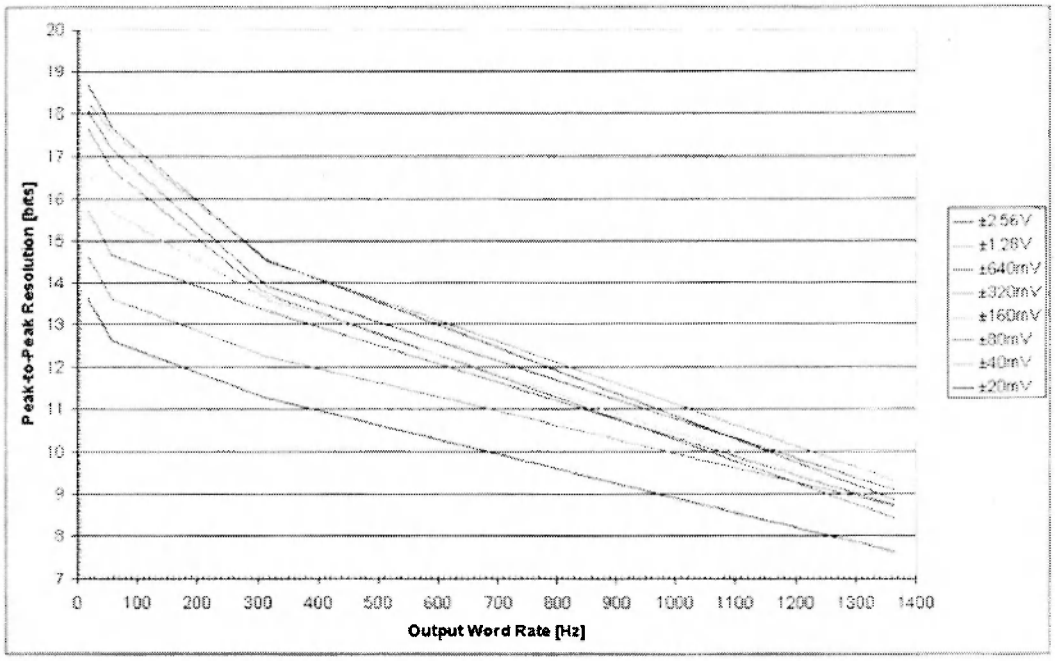
Фиг. 5.А.2. Структура на ADuC 834



Фиг. 5.А.3. Структура на ADuC 845



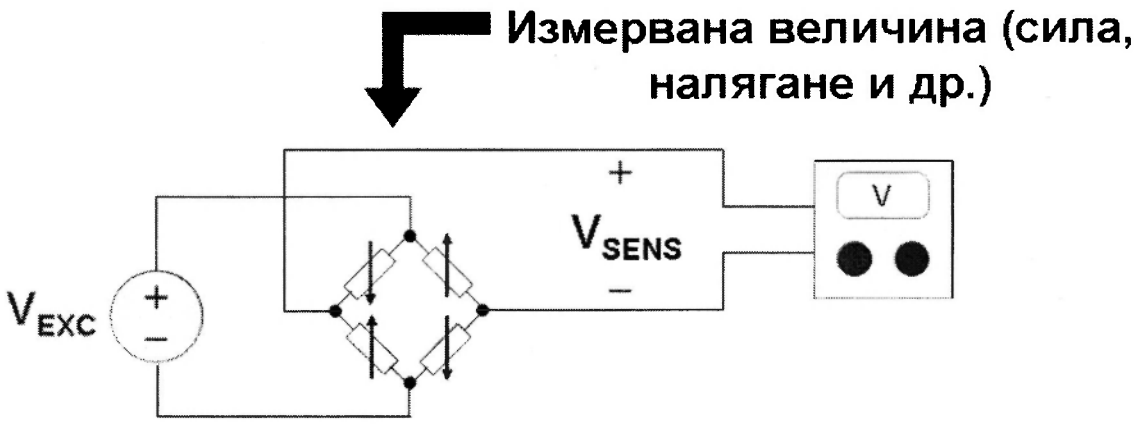
Фиг. 5.А.5. АЦП – характеристики (нормален режим)



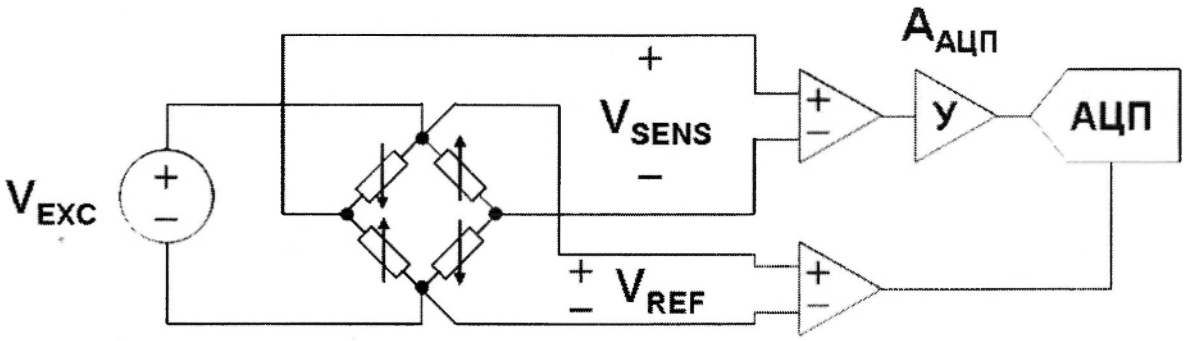
Фиг. 5.А.5. АЦП – характеристики (режим Chope)

Характеристика	Сензор	Изход
Температура	Термодвойка * RTD * Термистор Полупроводник	Напрежение Съпротивление* Съпротивление* Напрежение/ток
Сила / Налягане	Тензодатчик * Пиезоелектрик/ пиезокерамика	Съпротивление* Напрежение
Ускорение	Акселерометър	Капацитет
Местоположение	LVDT	Променливо напрежение
Интензитет на светлината	Фотодиод	Ток

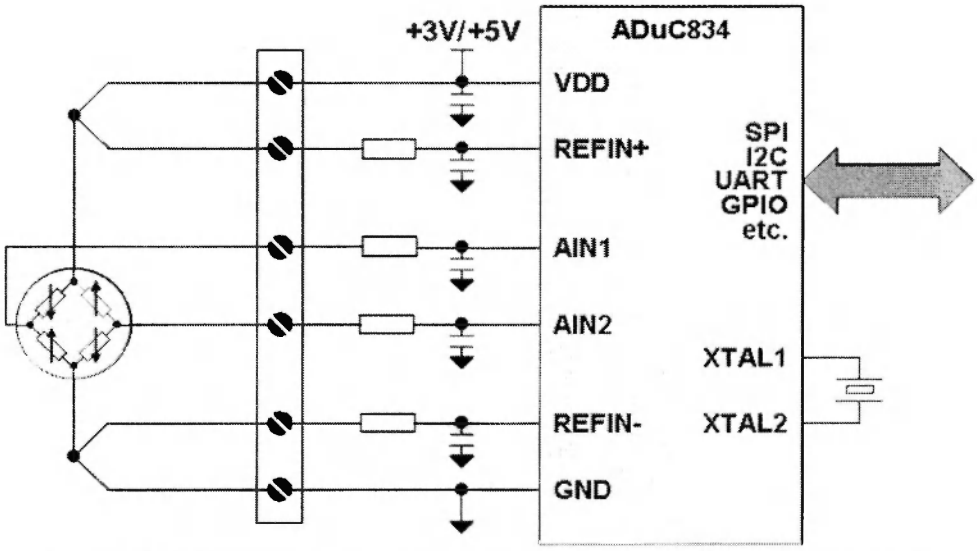
Фиг. 5.А.6. Свързване на основни сензорни елементи



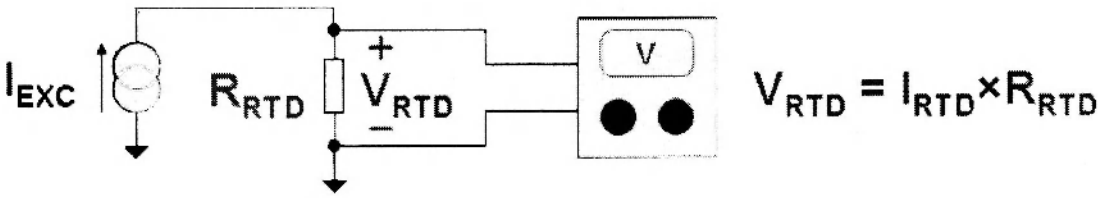
Фиг. 5.А.7. Измерване с мостови преобразуватели



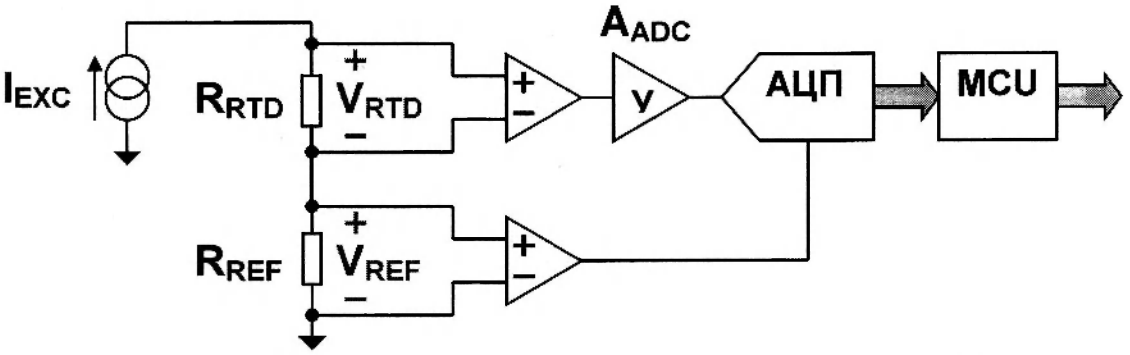
Фиг. 5.А.8. Включване на мостови преобразуватели към АЦП



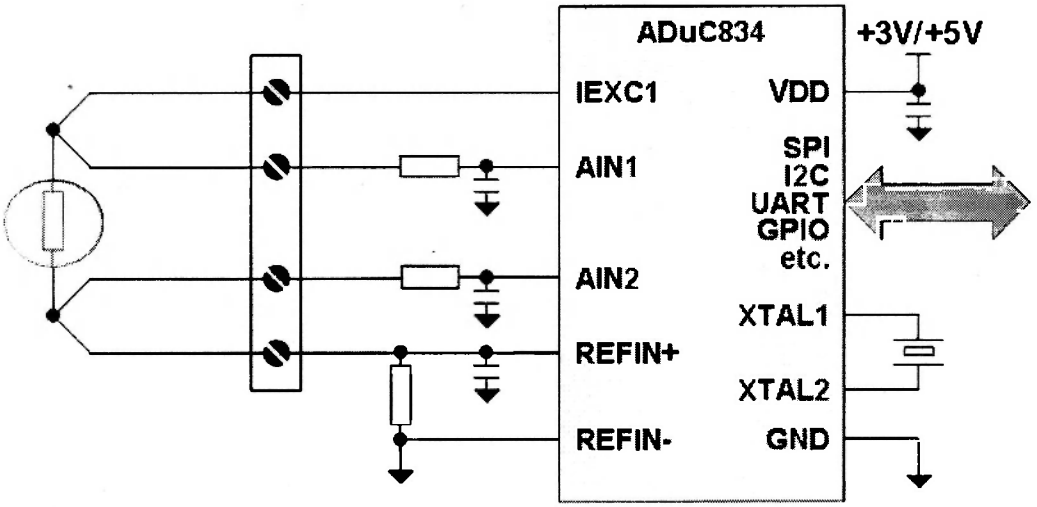
Фиг. 5.А.9. Включване на мостови схеми към микроконвертор



Фиг. 5.А.10. Измерване с резистивни сензори



Фиг. 5.А.11. Включване на резистивни сензори към АЦП



Фиг. 5.А.12. Включване на резистивни сензори към микроконвертор