

# ОПТОЕЛЕКТРОНЕН УРЕД ЗА НАМИРАНЕ НА РАВНИННИ КООРДИНАТИ НА ОБЕКТ

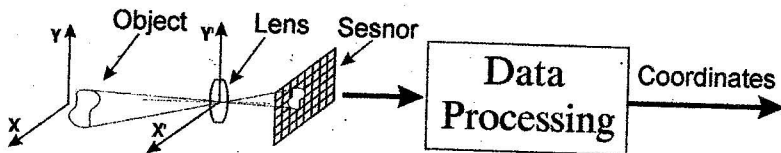
доц. д-р инж. Тодор Стоянов Джамийков  
инж. Николай Петров Ненов  
инж. Николай Венциславов Крантов

ТУ – София, катедра “Електронна Техника”

*Nenov N. P., N. V. Krantov, T. S. Diamivkov. Optoelectronic detecting device for object's plane coordinates. For object's plane coordinates detecting is necessary to be performed measurement on both  $X$  and  $Y$  coordinate axis. To this end are used matrix fotodetectors, which absorb photons of light and convert them into electrical signals – digital image sensors. The aim is to equalize absolute object coordinates  $X, Y$  to relative coordinates  $X', Y'$  of measurement system. For this purpose the object is observed with optical system, which focus center is targeted under image sensor. At the same time with digital data is produced standard complex TV signal. Through this output can be made connection with another electronic system. All of image processing is completed in real time.*

## 1. ВЪВЕДЕНИЕ

Задачата на уреда е да се измерват абсолютните координати  $X$  и  $Y$  на обект, като те се приравняват към относителните координати  $X'$  и  $Y'$  на измервателната система. Обекта се наблюдава с обектив, който фокусира наблюдаваната сцена върху оптичен сензор и по зададен алгоритъм се определя дали има обект и на какви координати се намира той. Функционалната схема на уреда е показана на (фиг.1).

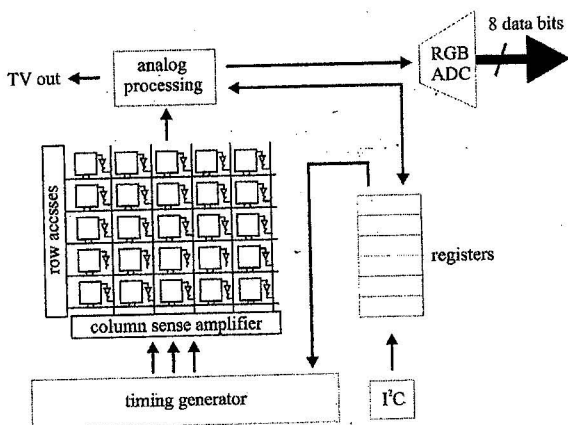


Фиг. 1

За да се локализируют равнинните координати на обект е необходимо измерването да се извърши по двете координати  $X, Y$ . Това е възможно само ако за оптичен сензор се използва матрица от светлочувствителни елементи. Поради тази причина в уреда се използва CMOS VGA видеосензор.

## 2. ВИДЕОСЕНЗОР

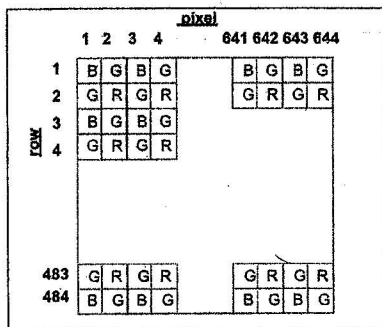
Сензорната матрица на сензора се състои от фотодиоди, които генерират фототок в зависимост от осветеността, която попада върху тях. Размера на матрицата е: 4.86 x 3.64mm, а разделителната способност на сензора е 640x480 пиксела. Пред него е поставен обектив с размер на лещите 1/3". Обработката на информацията от видеоматрицата се извършва от две високоскоростни 10bit АЦП-та работещи на честота 13,5 MHz. За изработване на вътрешните тактови честоти, както и за изработване на синхροимпулсите съпътстващи цифровото изображение се използва вграден генератор със външен кварцов резонатор на 27MHz. С помощта на I<sup>2</sup>C интерфейс се осигурява достъп до конфигурационните регистри на сензора. Архитектурата на сензора е показана на (фиг. 2)



“Аналоговия блок” извършва следните процеси:

- АЕС (Auto Exposure Control) – Автоматично определяне на експозицията. Определя се на базата на яркостта на цялото изображение. За постигане на по-добро изображение е вграден AGC алгоритъм.
- АГС (Auto Gain Control) – Автоматично регулиране на усилването. Алгоритъм за увеличаване на усилването при слабо осветяване на сцената. Постига се усилване до 24dB
- Корекция на спектъра
- Корекция на цветовете
- Баланс на цветовете
- Баланс на бялото

Използва се една матрица за сканиране и на трите основни цвята. За да се получи качествено цветно изображение, датчиците за трите основни цвята са разположени равномерно по цялата повърхност на сензорната матрица. На (Фиг.3) е показана структурата на матрицата.



Фиг. 3

Човешкото око е най-чувствително към средната област на видимата част от спектъра. В тази област се намира зеленият цвят и той носи най-голяма част от информацията за изображението. Поради тази причина "Зелените" Пиксели в матрицата за два пъти повече от сензорите за другите два цвята, и в изходните данни се предава два пъти повече информация за зеления цвят отколкото за червения и синия.

Стойността на еквивалентния цвят се определя по формулата:

$$Y = 0,59G + 0,31R + 0,11B$$

Сензора разполага и с аналогов изход, по който се предава комплексен телевизионен сигнал на наблюдаваната област. Това дава възможност за свързване на уреда с външно устройство: Телевизор, Компютър и др. Цифровия изход е осем битова шина по която последователно се предава цвета на всеки отделен пиксел. Осембитовата връзка за предаване на информацията позволява разграничаването на 256 отделни цвята. С помощта на тази шина сензора е свързан с блока за обработка на изображението. Синхронизиращия блок (Timing Generator) изработва необходимите синхроимпулси осигуряващи правилното четене на изходните данни от сензора:

Синхронизация на кадъра - VSYNC

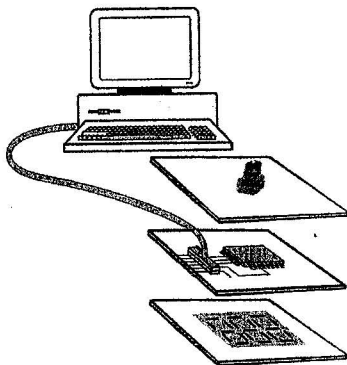
Синхронизация на реда - HREF

Синхронизация на пиксела - PCLK

Номер на полукадър - FODD

### 3. ВИДЕООБРАБОТКА

За да може уреда да намери приложимост в промишлеността е необходимо видеообработката да се извършва в реално време. За това се изисква високо бързодействие на изчислителната част, защото изходните данни на сензора са с висока честота - 13.5 MHz. Най-често за видеообработка в реално време се използват бързодействащи процесори за математически изчисления - DSP. Използването на DSP изисква много добро познаване на вътрешната им архитектура и владеене на език за програмиране от ниско ниво - асемблер. В случая проблемът с голямото количество изчисления е решен, като те се извършват от програмируема логика. Това са чипове, които имат набор от определен брой сложни логически елементи - макроклетки и чрез подходящото им свързване, може да се изпълняват, както комбинационни, така и последователностни сложни логически функции. В уреда е използван SPARTAN II FPGA на фирмата XILINX. Освен изчисленията по видеообработката, FPGA управлява и индикацията на уреда. Входно/изходните блокове на този чип могат да работят, както с TTL, така и с CMOS логически нива на сигналите. Максималната му работна честота е 200MHz. SPARTAN II разполага с 200000 макроклетки, което позволява имплементирането на големи и сложни дизайни. SPARTAN II се програмира през JTAG интерфейс и може да се извърши дори и след като чипа е запоен върху печатна платка. Йерархията на системата е показана на (фиг. 4)



Фиг. 4

В реално време извършват следните процеси:

- Откриване на обекта.
- Изчисляване на центъра на обекта.
- Извеждане на координатите на обекта върху индикацията.
- При отсъствие на обект извежда подходящо "съобщение"

- Преобразуване на координатите на обекта в 7-сегментен код.
- Подаване на синхронизиращи импулси за управление на отделните дискрети на индикацията.

При използването на програмируема логика се използва специален език от високо ниво за структурно описание на хардуерни системи: VHDL (Very High Integrated Circuit Hardware Description Language).

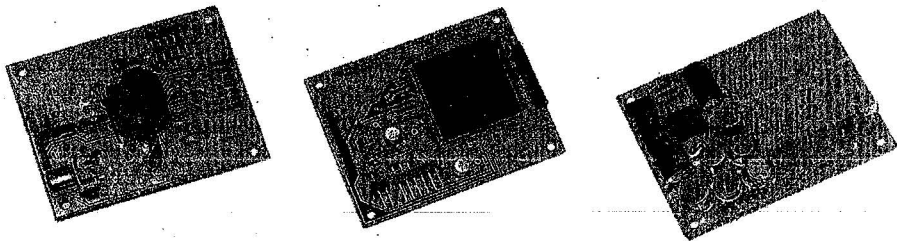
VHDL е развит през 1980г. При разработването на високоскоростни интегрални схеми от инженери на IBM, Texas Instruments и Intermetrics по поръчка на министерството на отбраната на САЩ. При него се използва TOP-DOWN алгоритъм за дизайн, като той включва всички нива при проектирането на едно устройство: въвеждане на дизайна, тестване и коригиране, логически дизайн, имплементация и физически дизайн. Той дава възможност за описание на едновременни събития. Това е важно, защото в хардуерните системи протичат по няколко процеса едновременно.

#### 4. ИНДИКАЦИЯ

Реализирана е двукоординатна светодиодна динамична индикация с три разряда за всяка координата. Ако не е локализиран обект, на всички дискрети от индикацията се извеждат тирета. Извежданите символи са достатъчно големи, за да може лесно да се разчитат. Светодиодната индикация е достатъчно ярка и може лесно да се вижда дори и при отсъствие на външно осветление.

#### 5. СТРУКТУРА

При проектирането на една електронна система се получават много по-добри резултати, ако тя се декомпозира на по-малки подсистеми. Този процес позволява всяка подсистема да се проектира независимо от другите и едновременно с тях. По този начин значително се съкращава времето за проектиране. На (Фиг.5) са показани отделните модули на уреда.



Фиг.5

## 6. ПАРАМЕТРИ

- динамичен обхват > 48dB
- минимална осветеност –  $E=0,5$  lux.
- разделителна способност – VGA
  - o по X - 0+640 пиксела
  - o по Y - 0+480 пиксела
- абсолютна грешка -  $\pm 1$  пиксел
- относителна грешка
  - o по X – 0,16%
  - o по Y – 0,21%
- индикация – светодиодна двукоординатна с по 3 дискрета за всяка координата.
- електрически параметри
  - o захранващо напрежение 9+35V
  - o максимална консумация 150 mAю
- размери на уреда – 77x63x60mm
- маса на уреда – 100g

## 7. ЛИТЕРАТУРА

1. *Xilinx* Data book, 2002;
2. Digital systems design using VHDL, C. Roth, University of Texas at Austin;
3. Omni Vision, Data Sheet, 2000