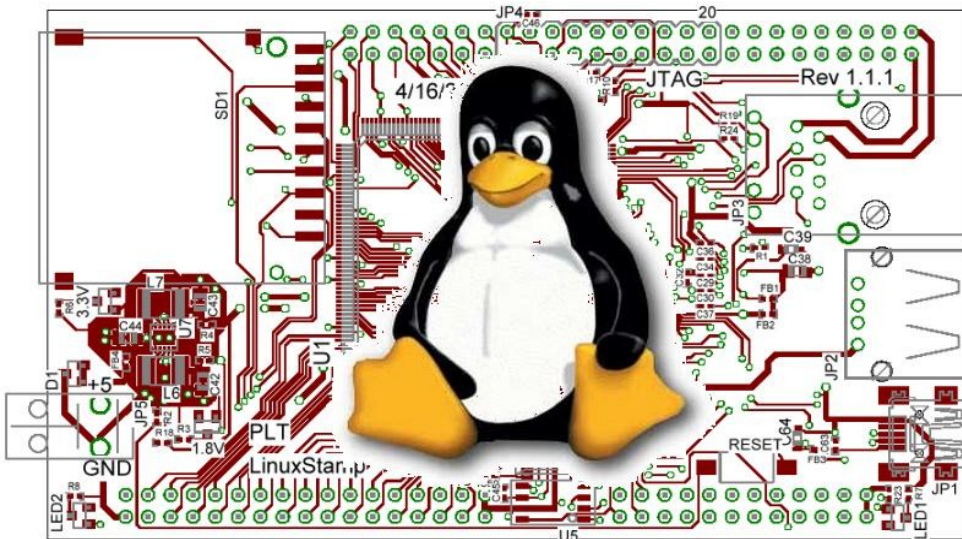


Gömülü Sistemler ve Linux

*Örnek Uygulama:
Navigasyon Cihazı Tasarımı*



Serdar KÖYLÜ

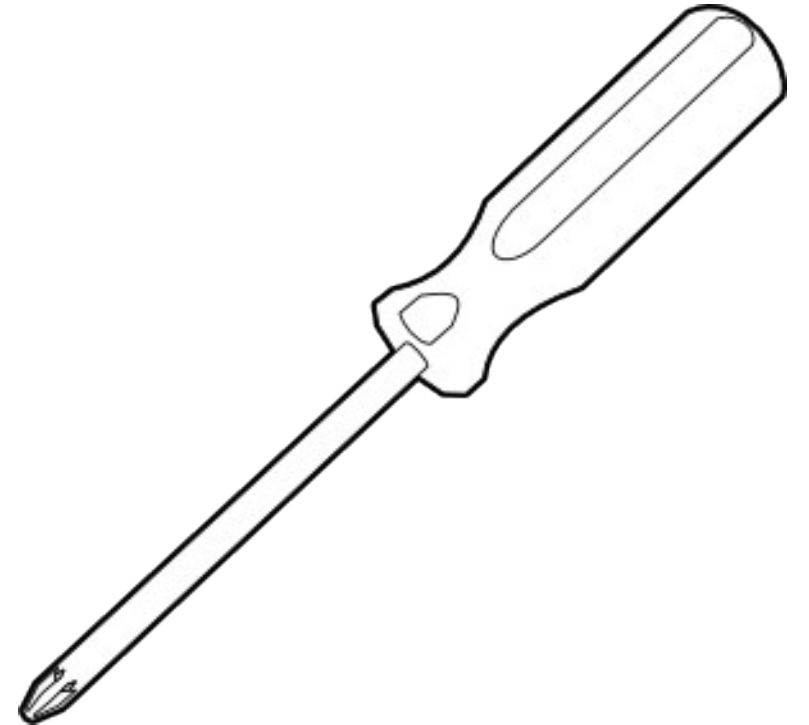
Özgür Yazılım ve Linux Günleri 2011

Gömülü Sistem Nedir ?

Gömülü sistem, bilgisayarın kendisini kontrol eden cihaz tarafından içerildiği özel amaçlı bir sistemdir.

Genel maksatlı, örneğin **kişisel bilgisayar** gibi bir bilgisayardan farklı olarak, gömülü bir sistem kendisi için önceden özel olarak tanımlanmış görevleri yerine getirir.

Gömülü Sistemlerin Avantaj / Dezavantajları



Gömülü Sistemlerin Avantaj / Dezavantajları



Ne yapacağız?

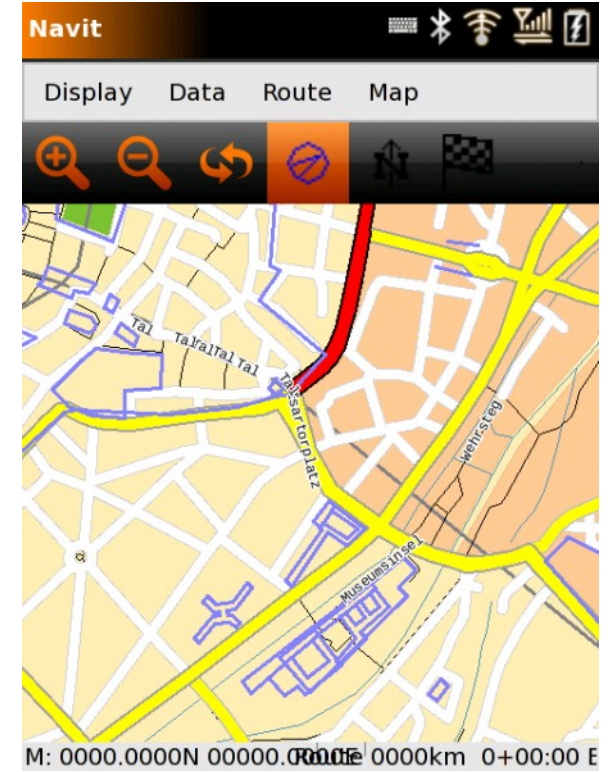
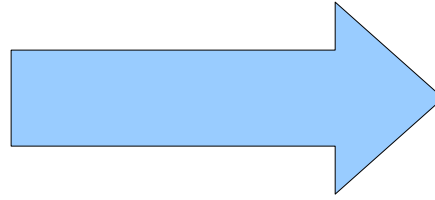
Aradığımız yeri bulan, gösteren bir alet. Bir ekranı olsun, ekranda yerimizi ve yolumuzu gösterebilir.

Navigasyon Cihazı..

İçin Neler Gerekir?

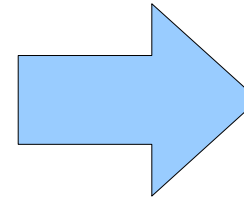
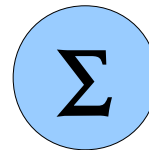
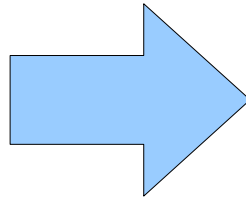


Konum Bilgisi
İstikamet bilgisi
Coğrafya
???



Sensörler

Bilinenler



Sonuçlar

Sunum

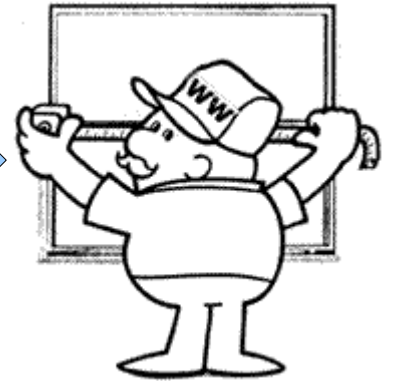
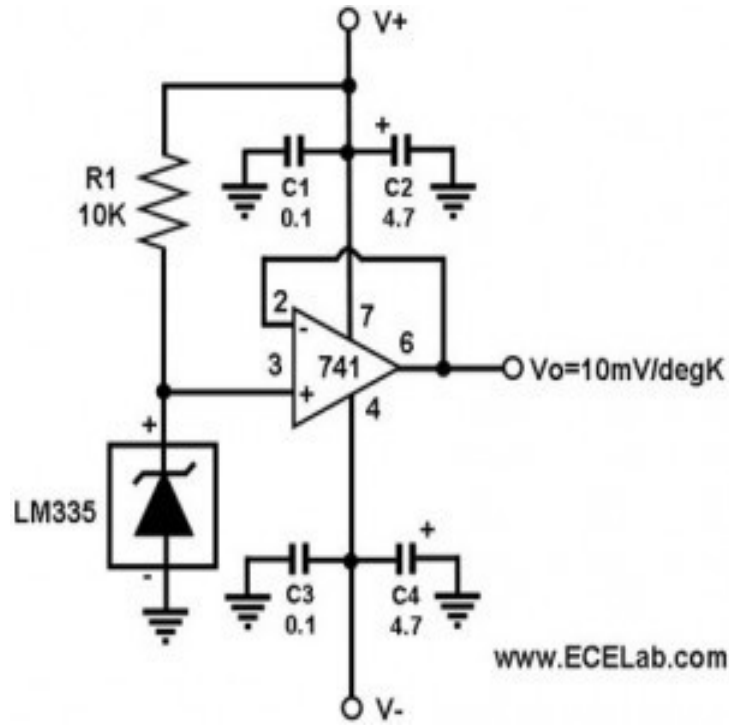
ISI

HAREKET

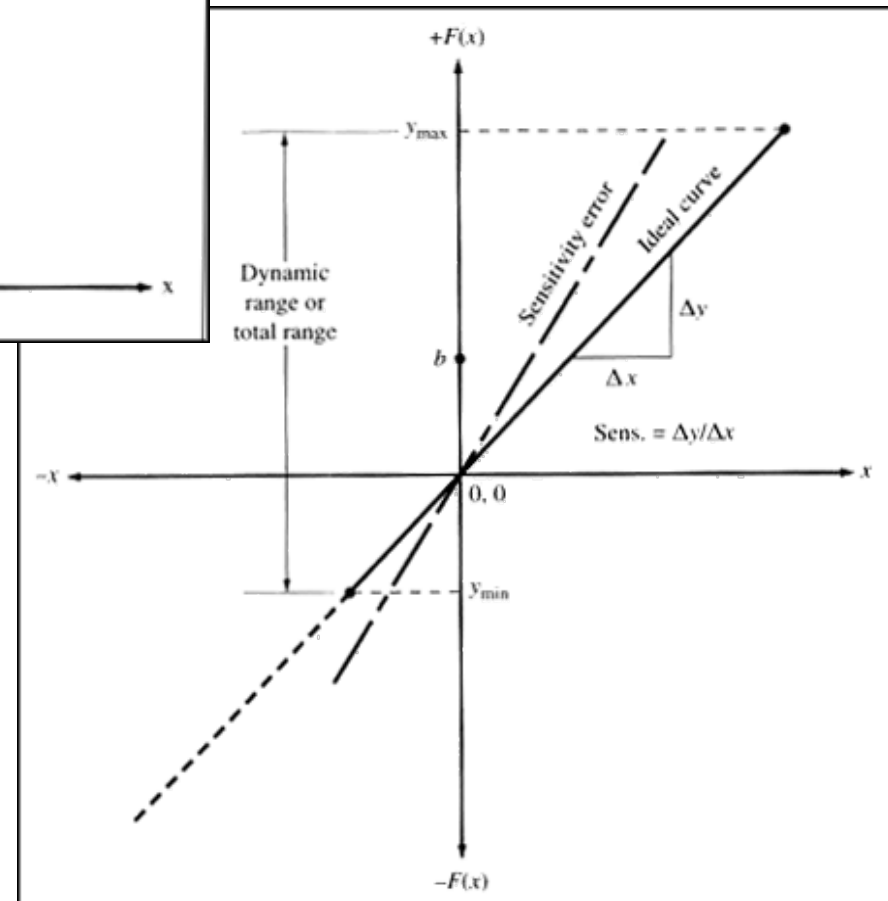
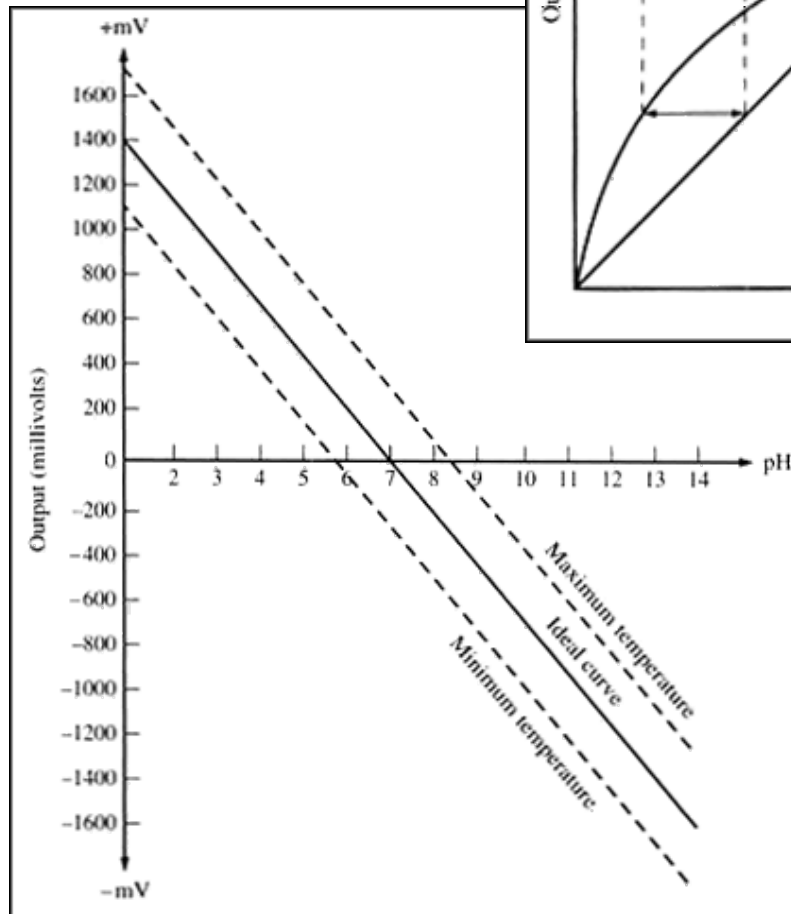
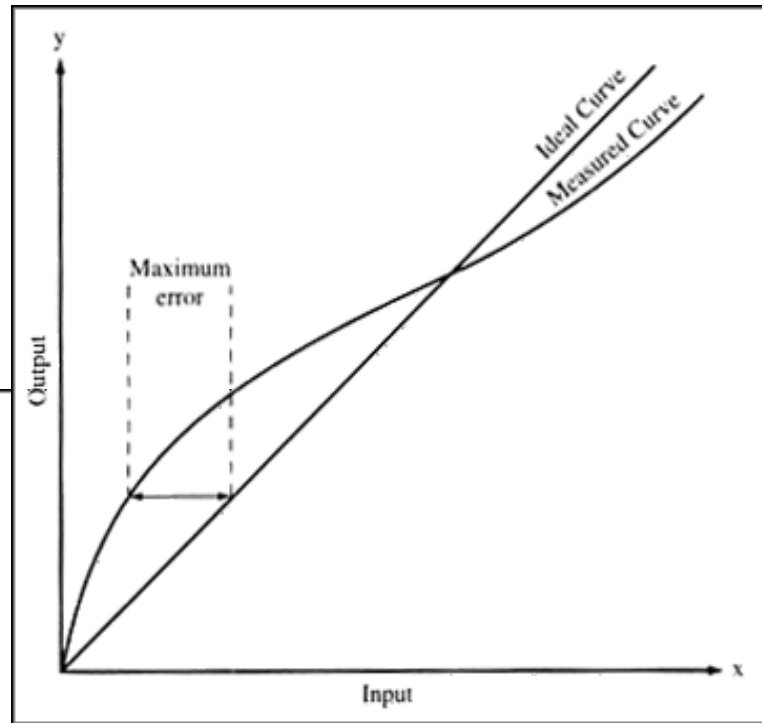
NEM

YER

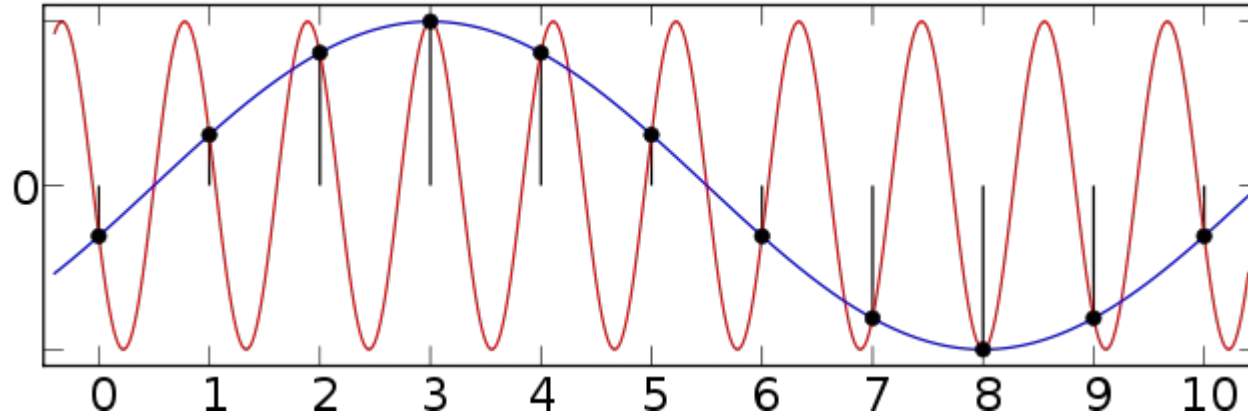
....



Doğrusallık (Linearity)



Örnekleme hızı



Veri iletim yöntemi

Sorgulama (Polling), Kesme (Interrupt)

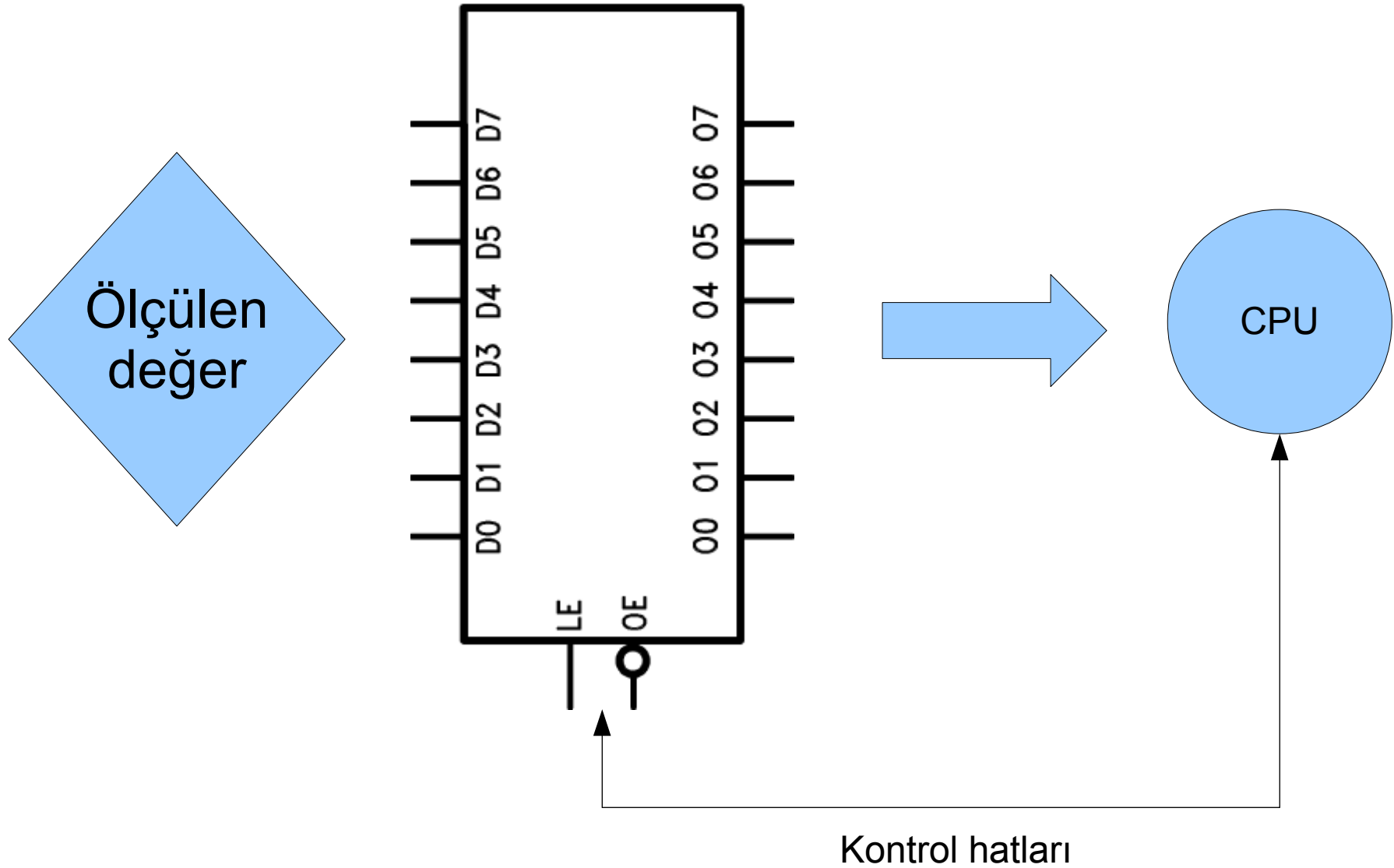
Arabirim (Interface)

Paralel Arabirimler

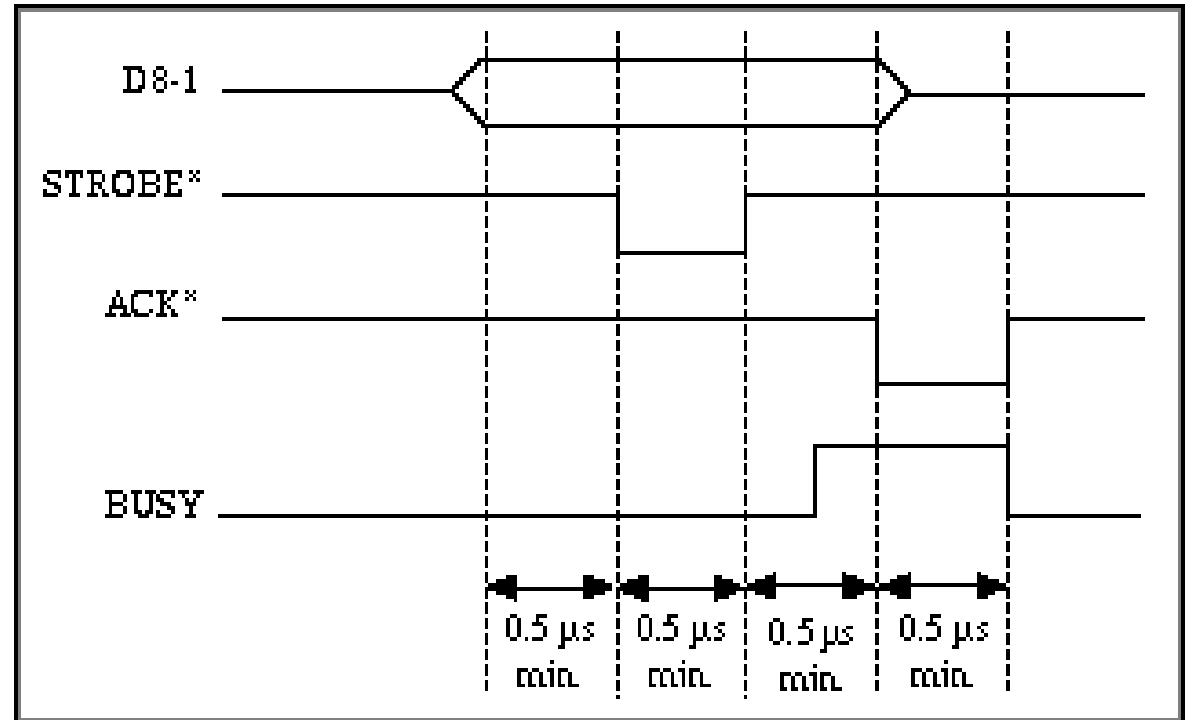
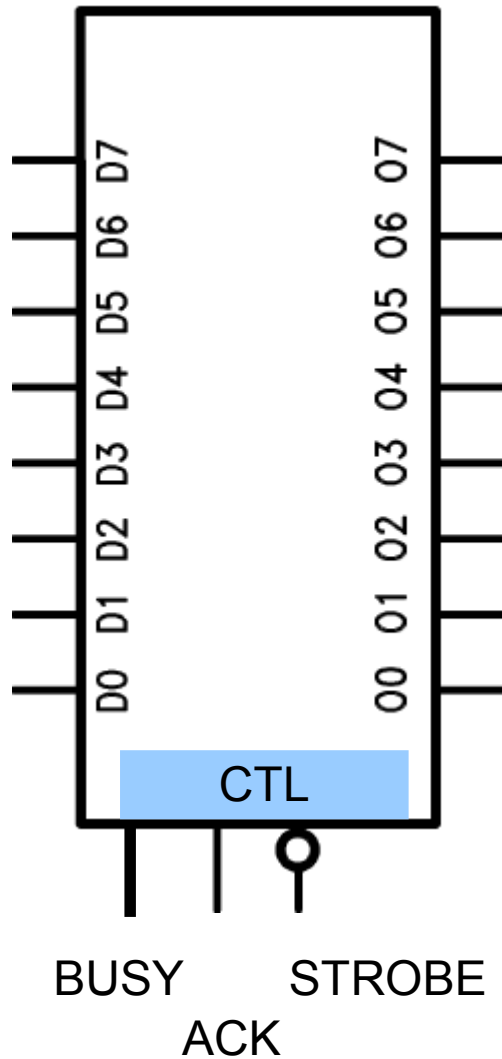
Seri Arabirimler

USB, UART, SPI, I²C

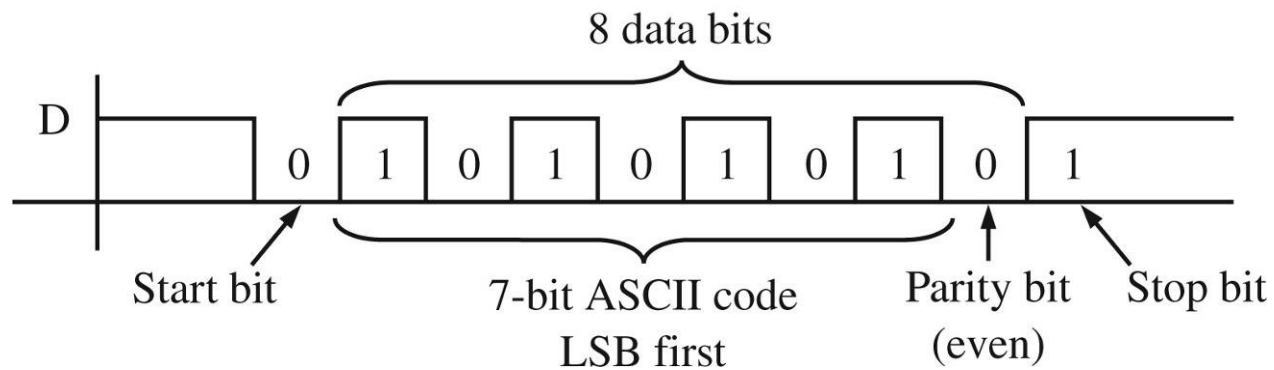
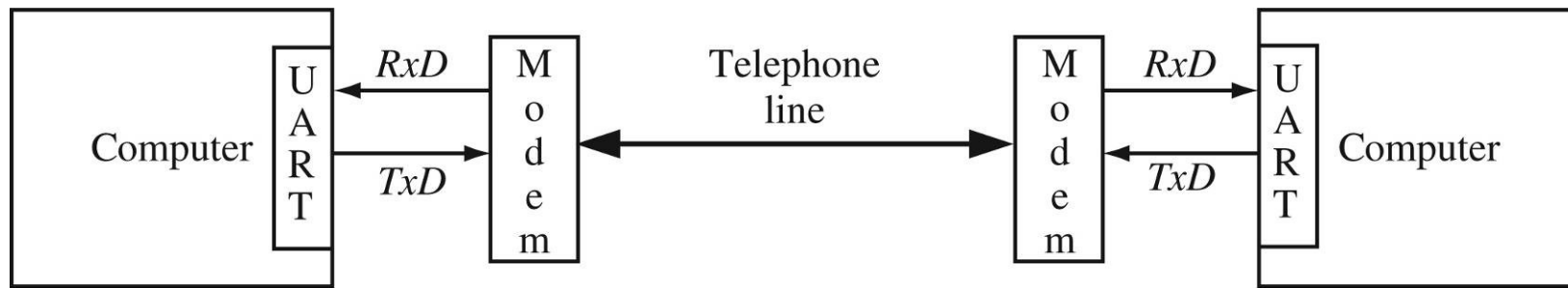
Paralel Arabirimler



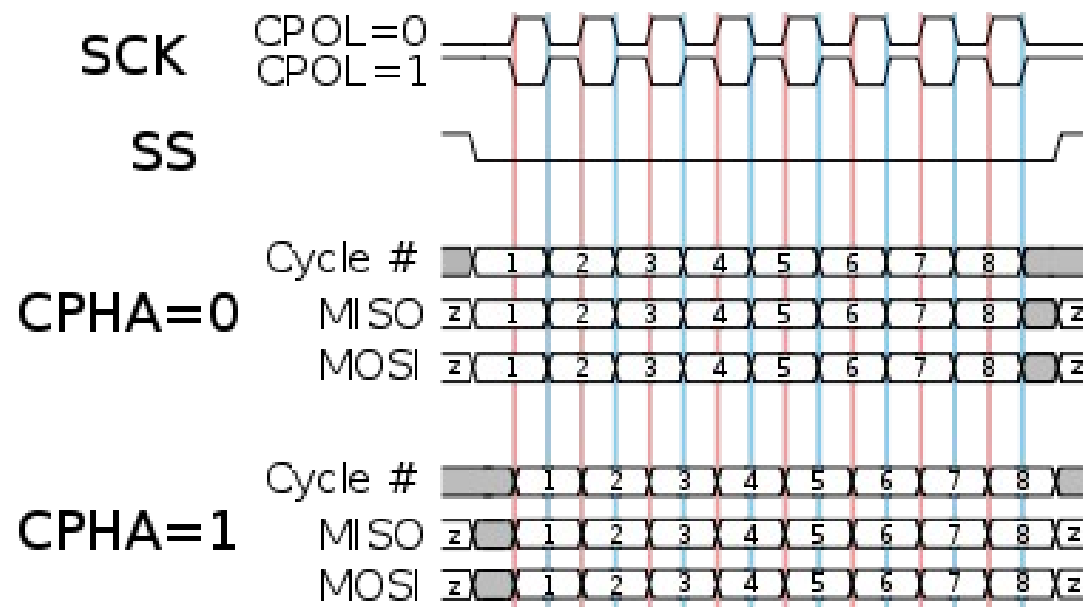
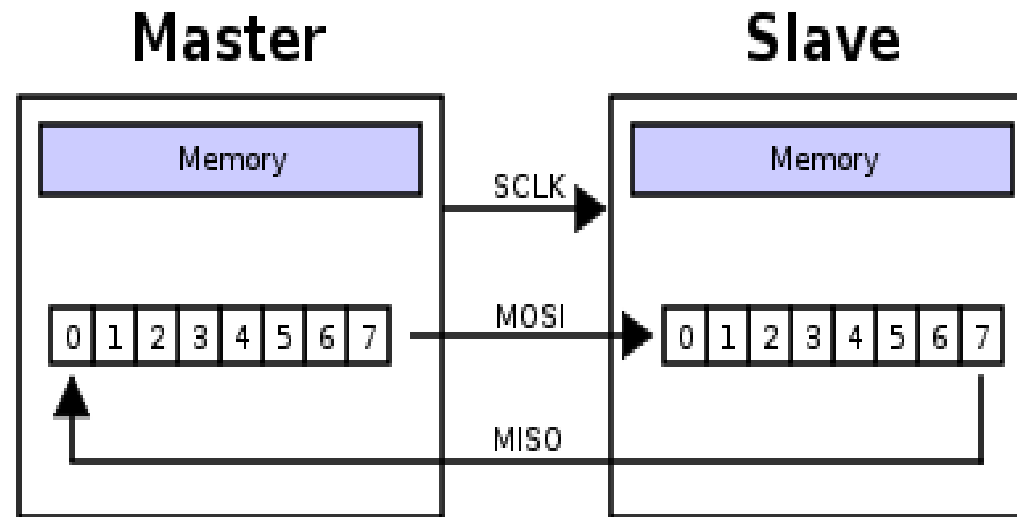
Paralel Arabirimler



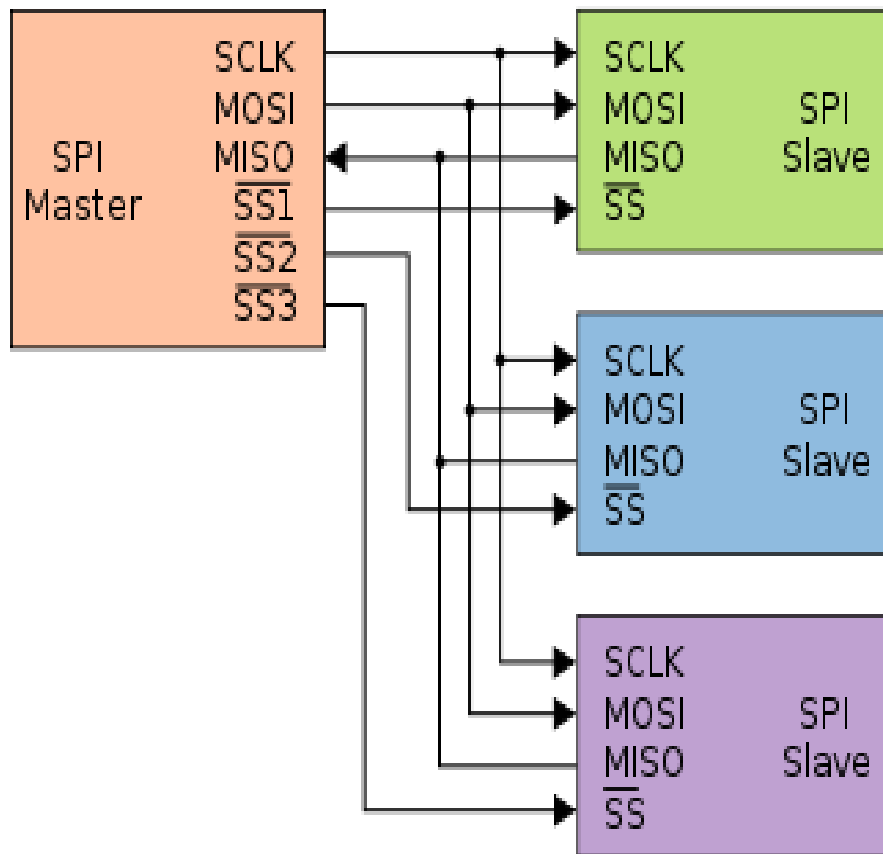
USB, UART



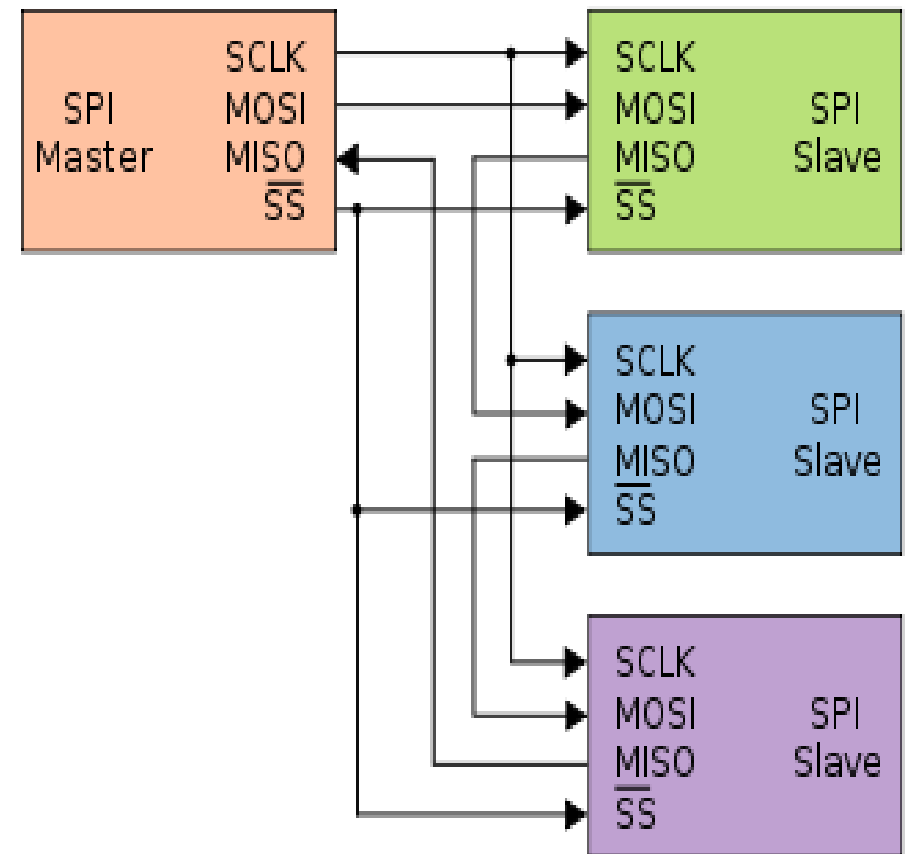
SPI (SSP) - Serial Peripheral Interface



SPI (SSP) - Serial Peripheral Interface



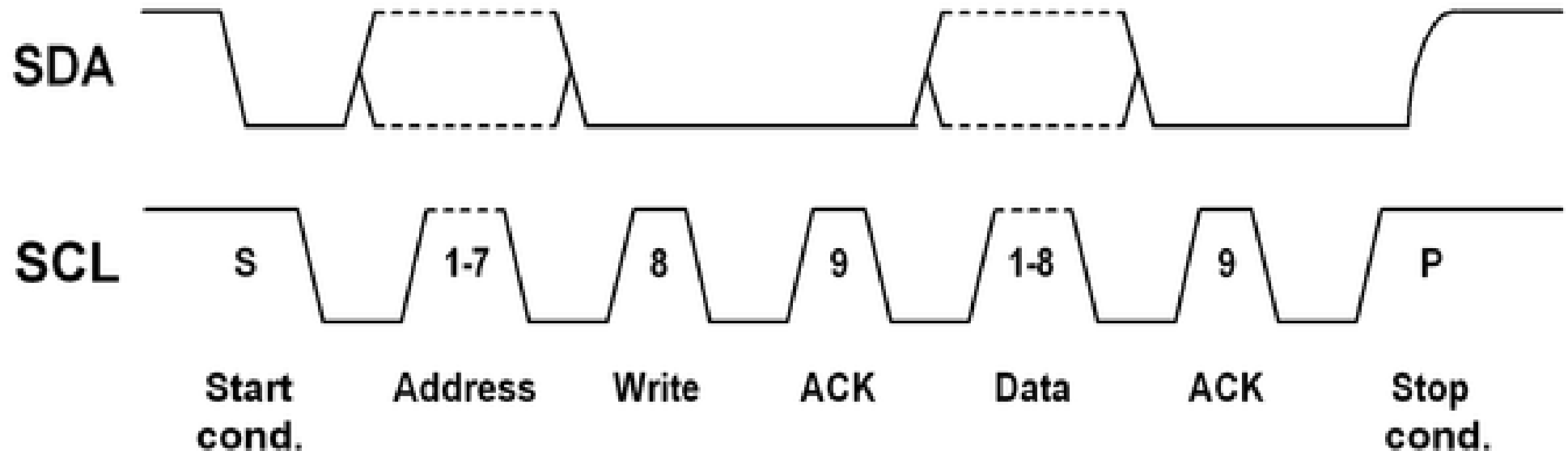
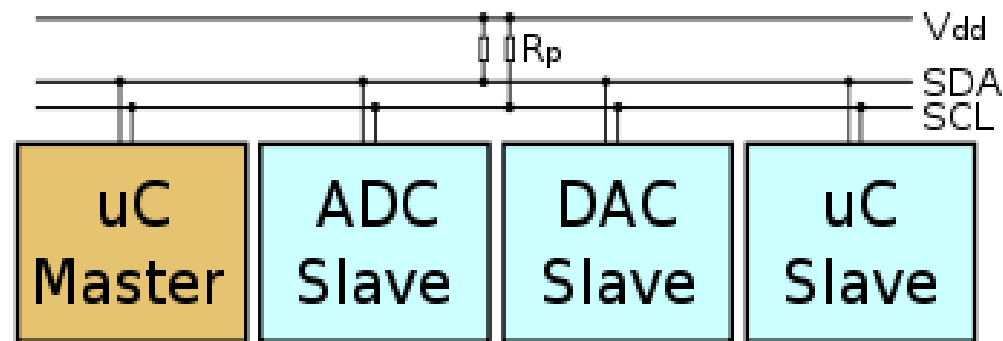
Independent



Daisy Chain

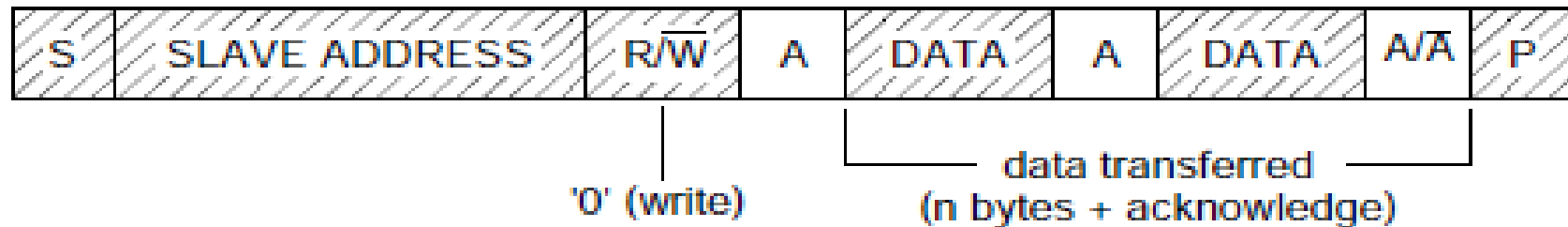


I²C Inter – Integrated Circuit (2-Wire)





I²C Inter – Integrated Circuit (2-Wire)



from master to slave



from slave to master

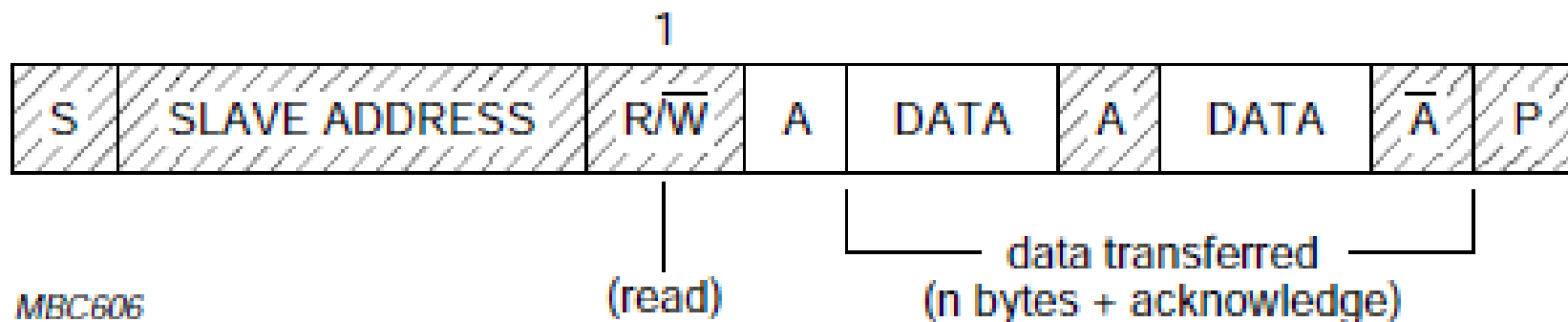
MBC605

A = acknowledge (SDA LOW)

\overline{A} = not acknowledge (SDA HIGH)

S = START condition

P = STOP condition



MBC606

Diğer hususlar

- *Maliyet*
- *Boyutlar*
- *Güç Tüketimi*
- *Uygulama kolaylığı*
- *Sensöre özel kriterler*

LCD Paneller



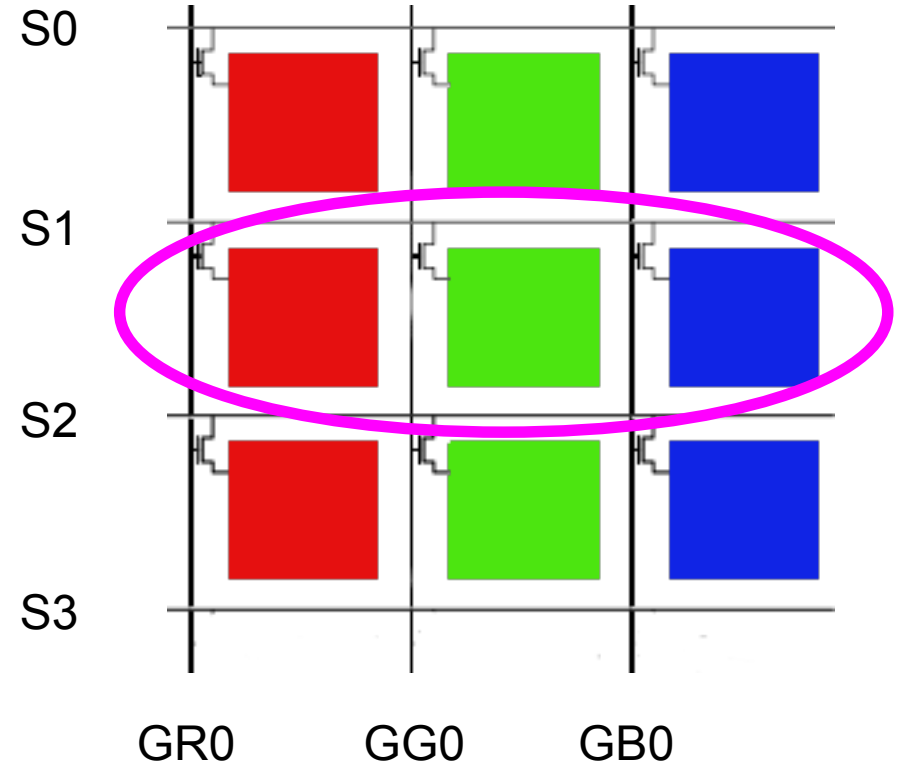
- ✓ Hitachi HD44780 Uyumlu Paralel arabirim
- ✓ RS232/UART uyumlu harici bağlantılar
- ✓ SPI, I2C

LCD Paneller - TFT

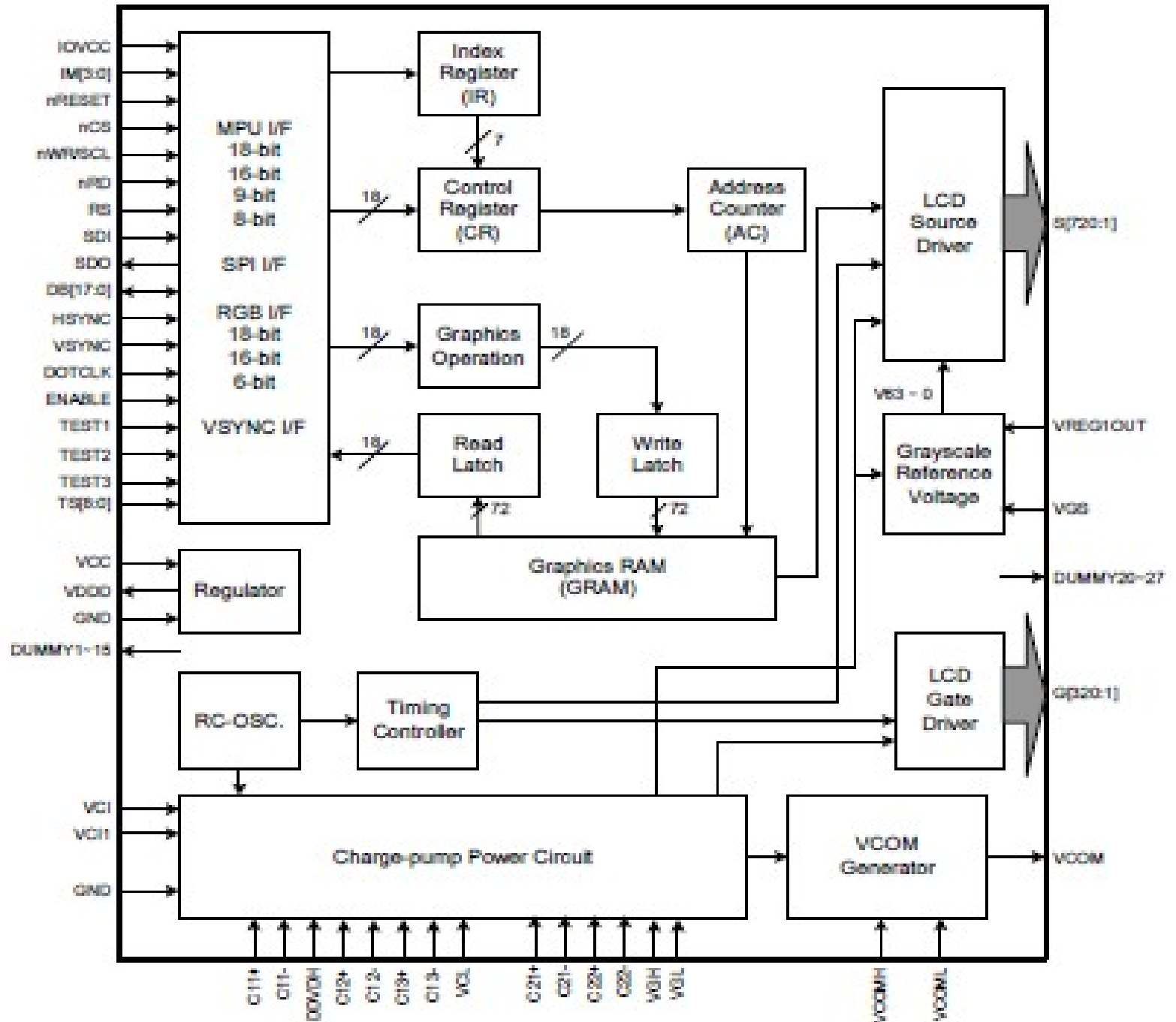
320 Source Hattı



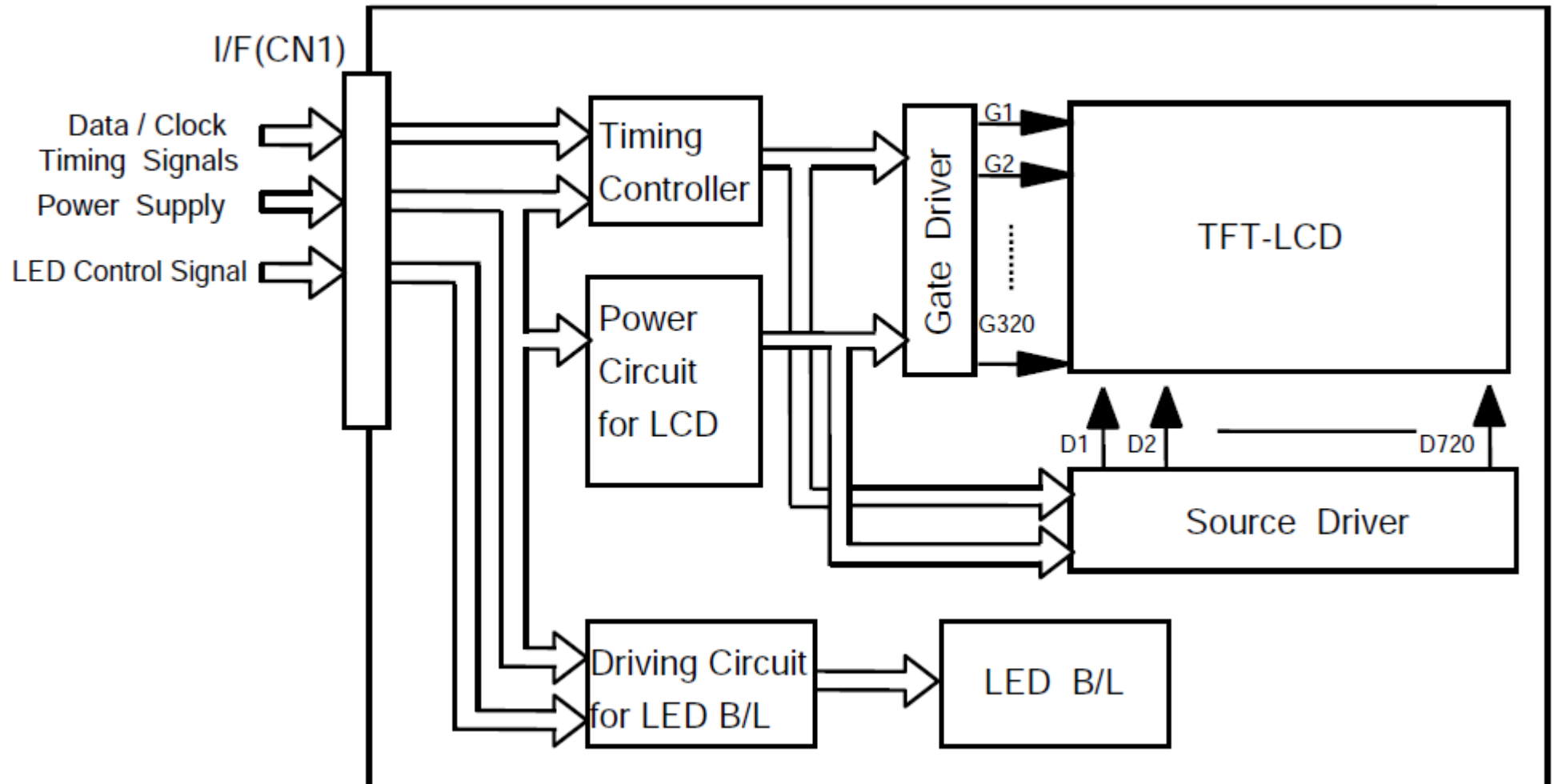
240 x 3 = 720 Gate Hattı



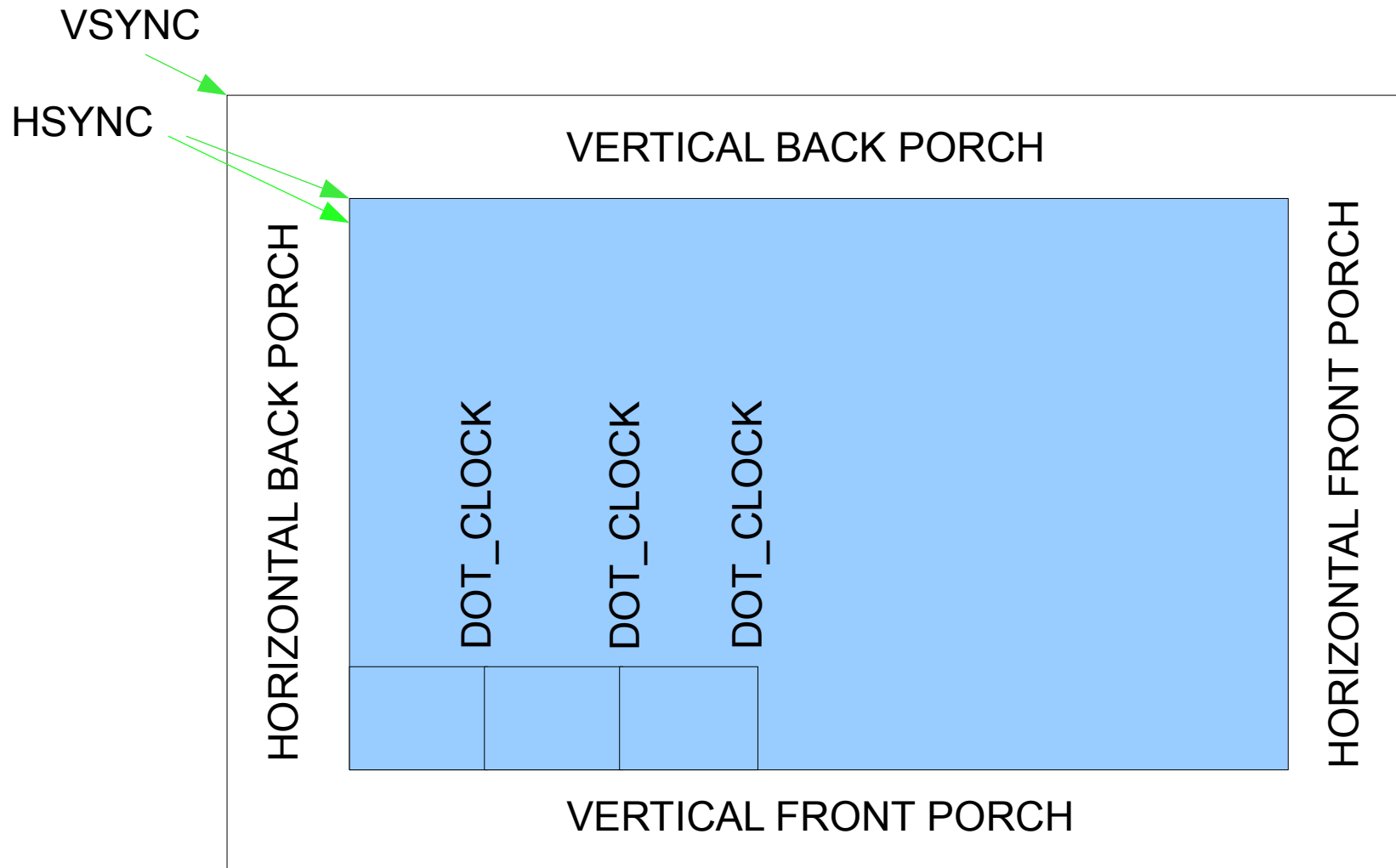
ILI9325 320xRGBx240 LCD kontrolcüsü



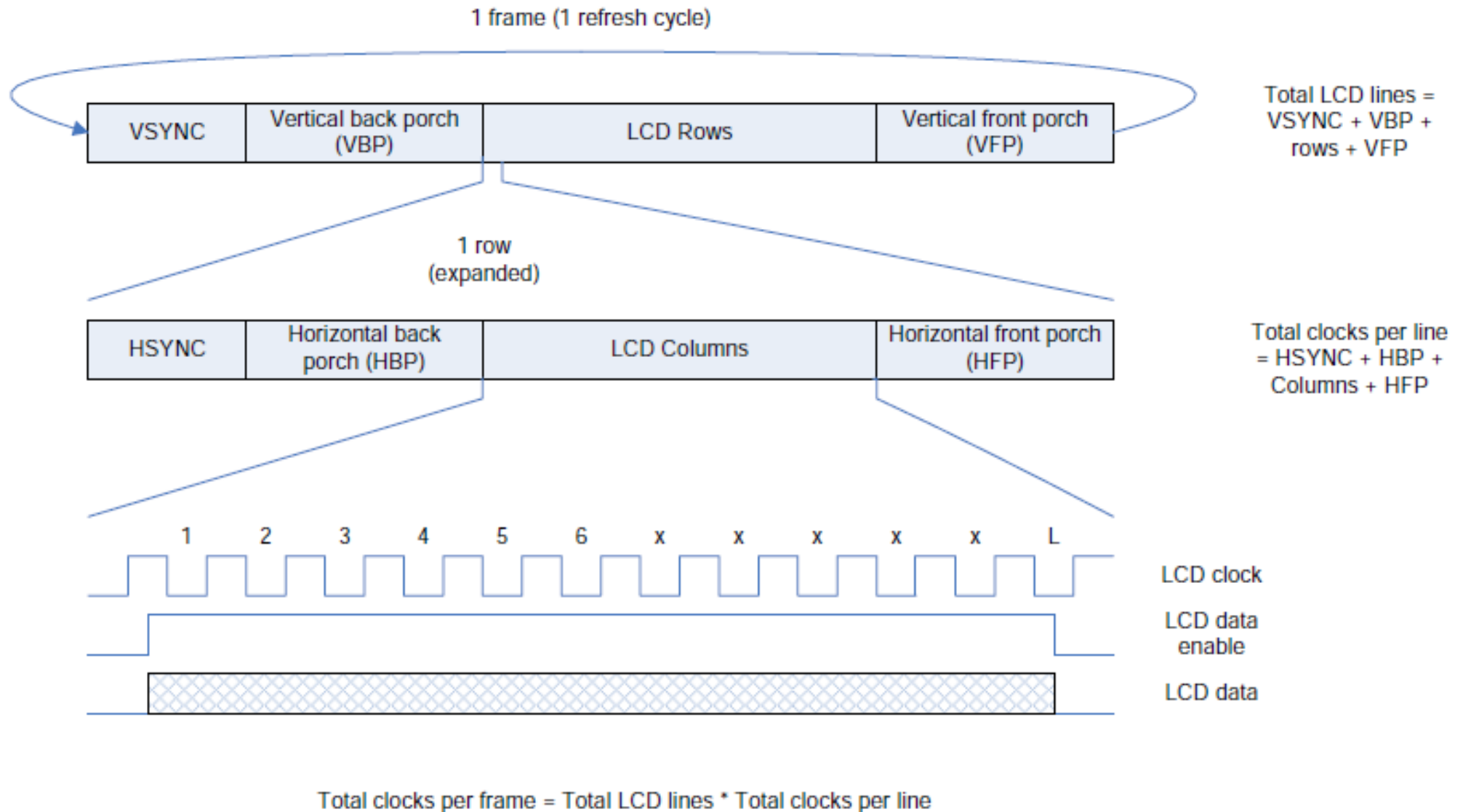
LCD Paneller - TFT



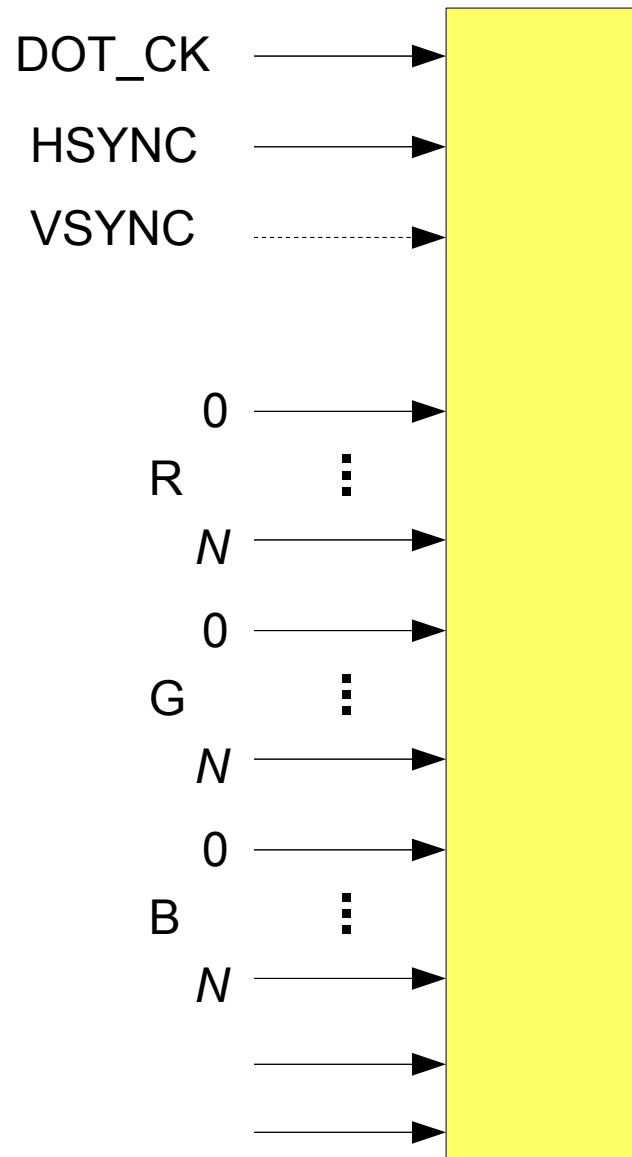
LCD Panel Zamanlaması



LCD Panel Zamanlaması



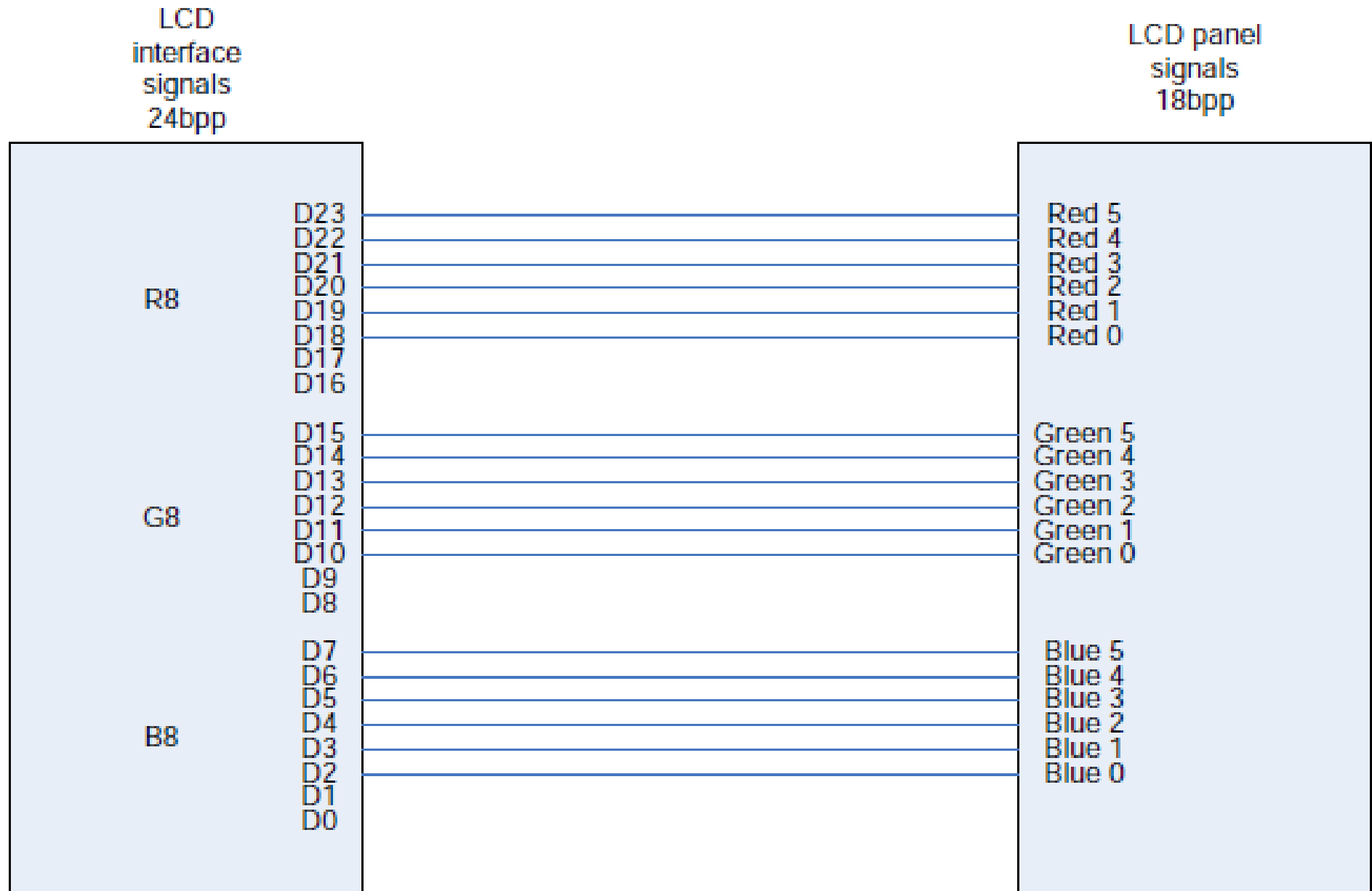
LCD Panel Arabirimi - RGB



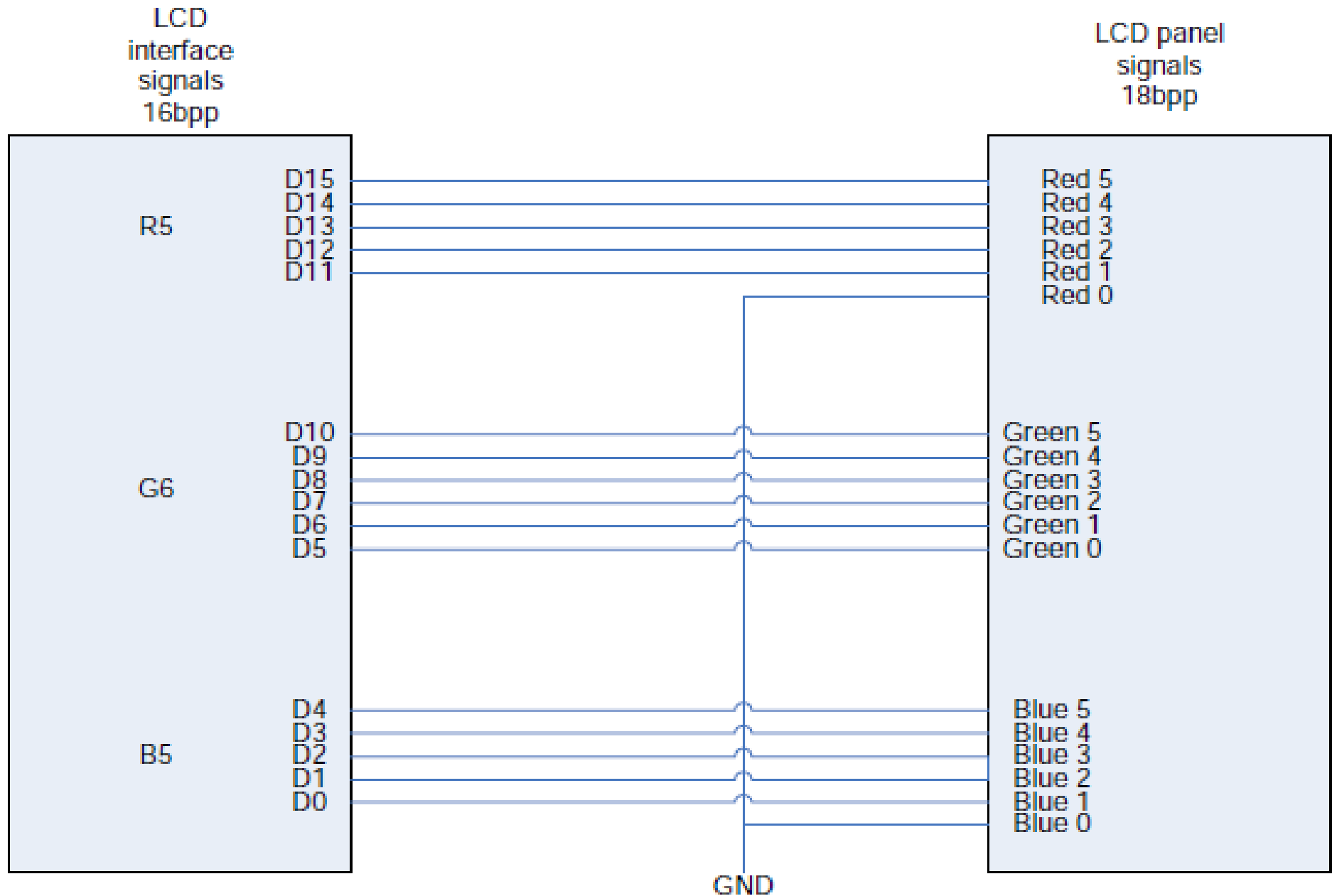
$RGBR_nG_nB_n$

- RGB555 - 15bpp
- RGB565 - 16bpp
- RGB666 - 18bpp
- RGB888 - 24bpp

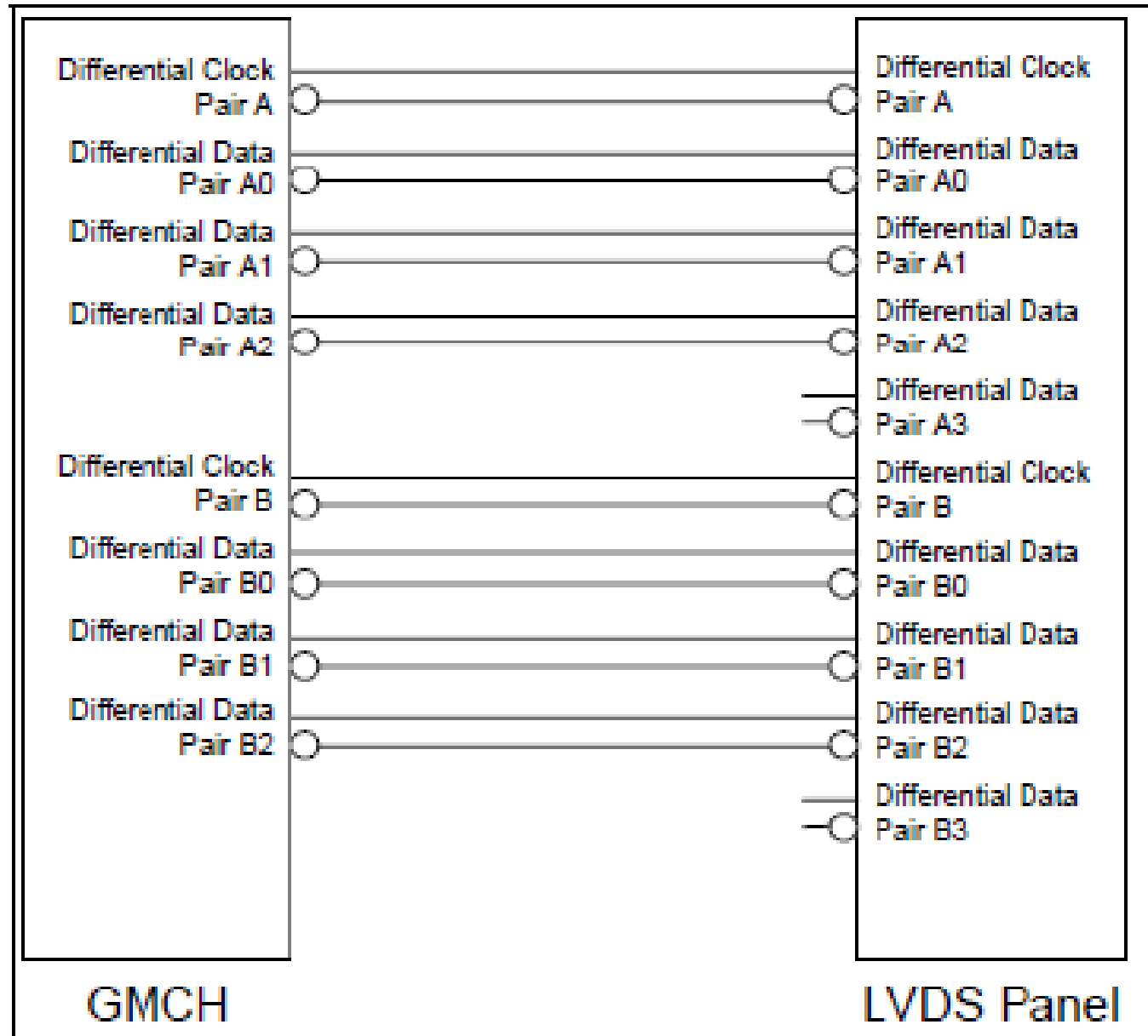
LCD Panel Arabirimi



LCD Panel Arabirimi

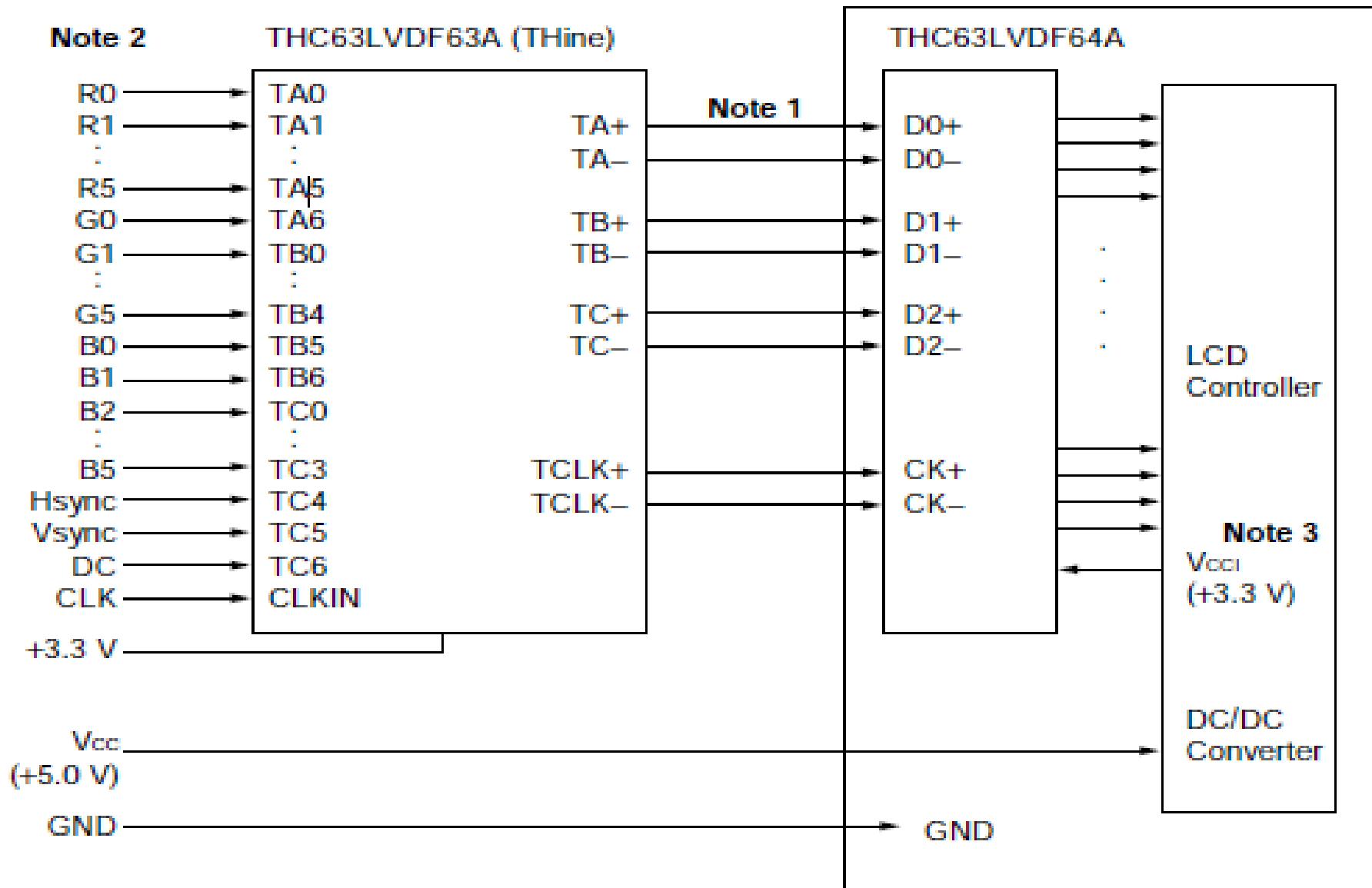


LCD Panel Arabirimi - LVDS

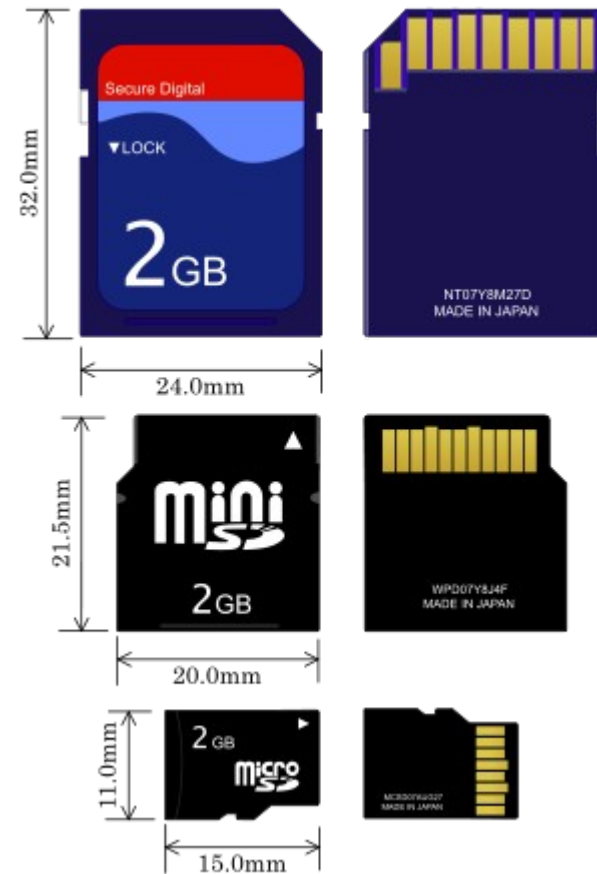
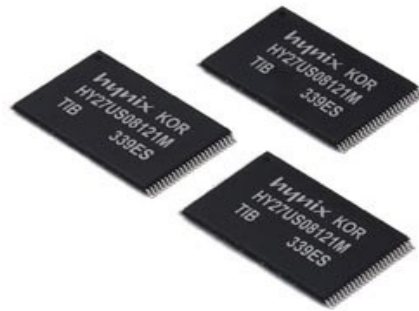


LCD Panel Arabirimi - LVDS

NL10276BC30-04D



MTD – Memory Technology Devices



Flash ROM

Flash ROM Karakteristikleri

- ✓ Üretimde tüm bitler “1” olarak hazırlanabilir.
- ✓ Yazma işlemi sadece “1” olan bitleri “0” olarak değiştirmedir.
- ✓ “0” olan bitler tümü birden özel silme işlemiyle “1” yapılabilir.
- ✓ Yazma sayısı sınırlıdır, 10.000, 100.000
- ✓ Bir süre sonra kendiliğinden bozulur.

NOR Flash

Kelime (Byte, Word) bazında okuma/yazma erişimi
Blokler halinde silme işlemi.

NAND Flash

Sayfa ve blok bazında okuma/yazma/silme işlemleri
Hata tespit ve giderme için ayrılmış alanlar.

Karşılaştırma

	NOR	NAND
Arabirim	Bus	I/O
Yoğunluk	Düşük	Yüksek
Fiyat	Yüksek	Düşük
Okuma	Hızlı	Yavaş
Tek kelime yazma	Hızlı	Yavaş
Blok yazma	Yavaş	Hızlı
Silme	Yavaş	Hızlı
Güç tüketimi	Yüksek	Düşük
Lüzumsuz işyükü.	Yok gibi.	Fazla.
0 km.de bozuk alanlar	Yok	Olabilir.

Diğer türevler

SDCARD, MMC, SDHC, SDX.....

Kompakt yapı, taşınabilir.

OneNAND

NOR benzeri NAND Flash.

Senkron erişim, farklı hardware, NOR software

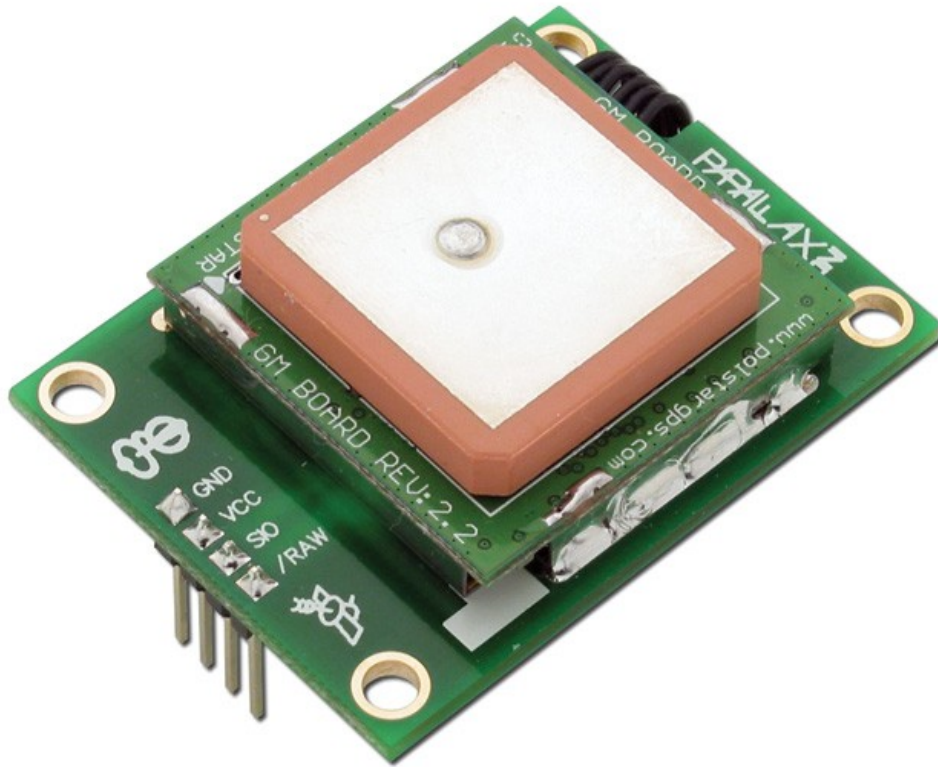
Özel mimari, yüksek hız, dahili ECC vs.

MovieNAND

MMC Arabirimi, chip kılıfında.

Yüksek kapasite ve hız.

GPS Modülü

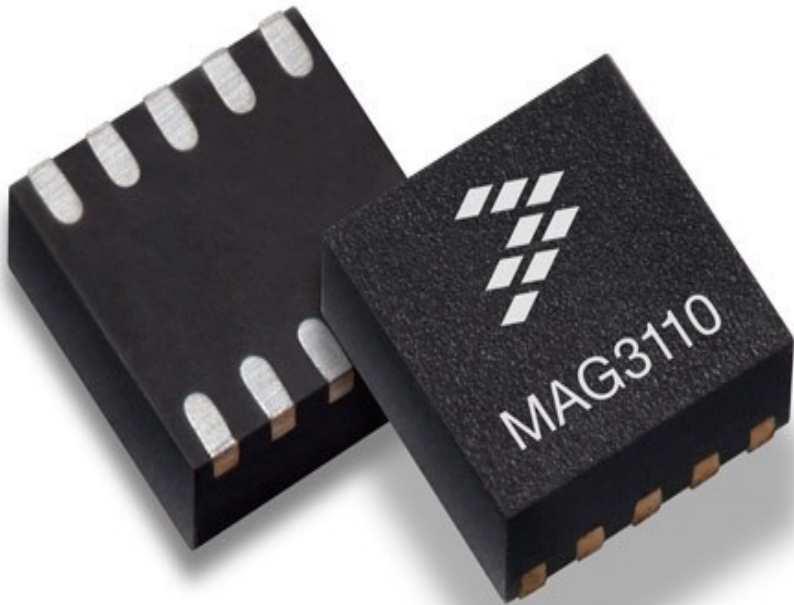


SIRF StarIII GPS chipset

Passive patch antenna

Asynchronous serial,
4800 bps @ TTL Level

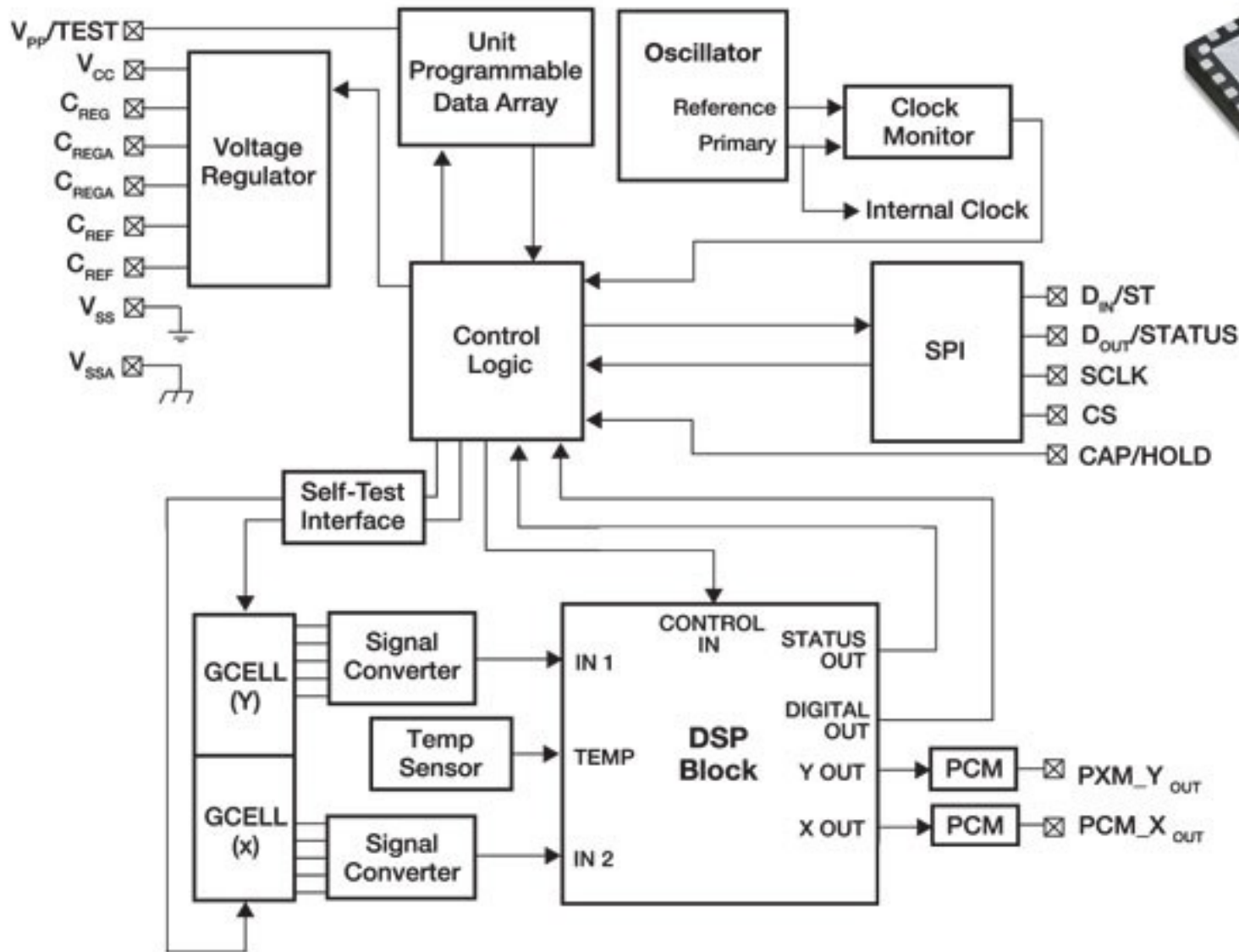
Pusula için Manyetometre



I²C interface 400kHz

Pusula için Hızlanma sensörü

MMA6900Q Block Diagram

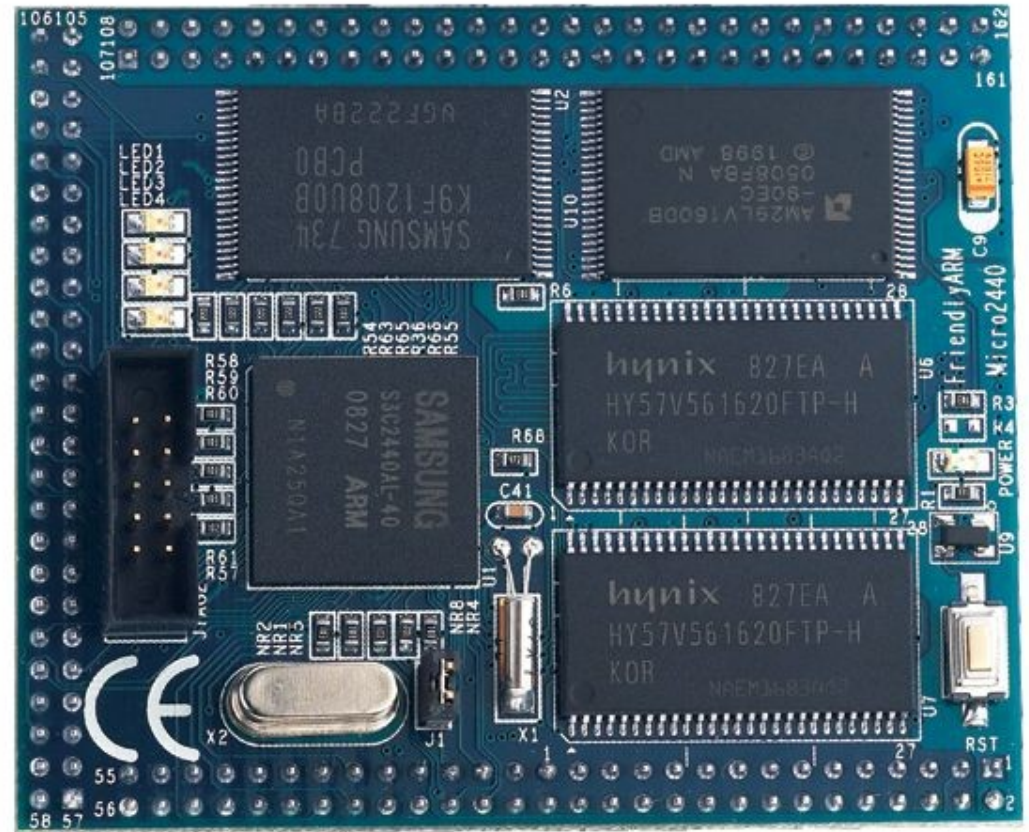


SPI
Interface

LCD Panel, CPU, Storage



3.5" RGB Ifc., TouchScreen
NEC (compatible)

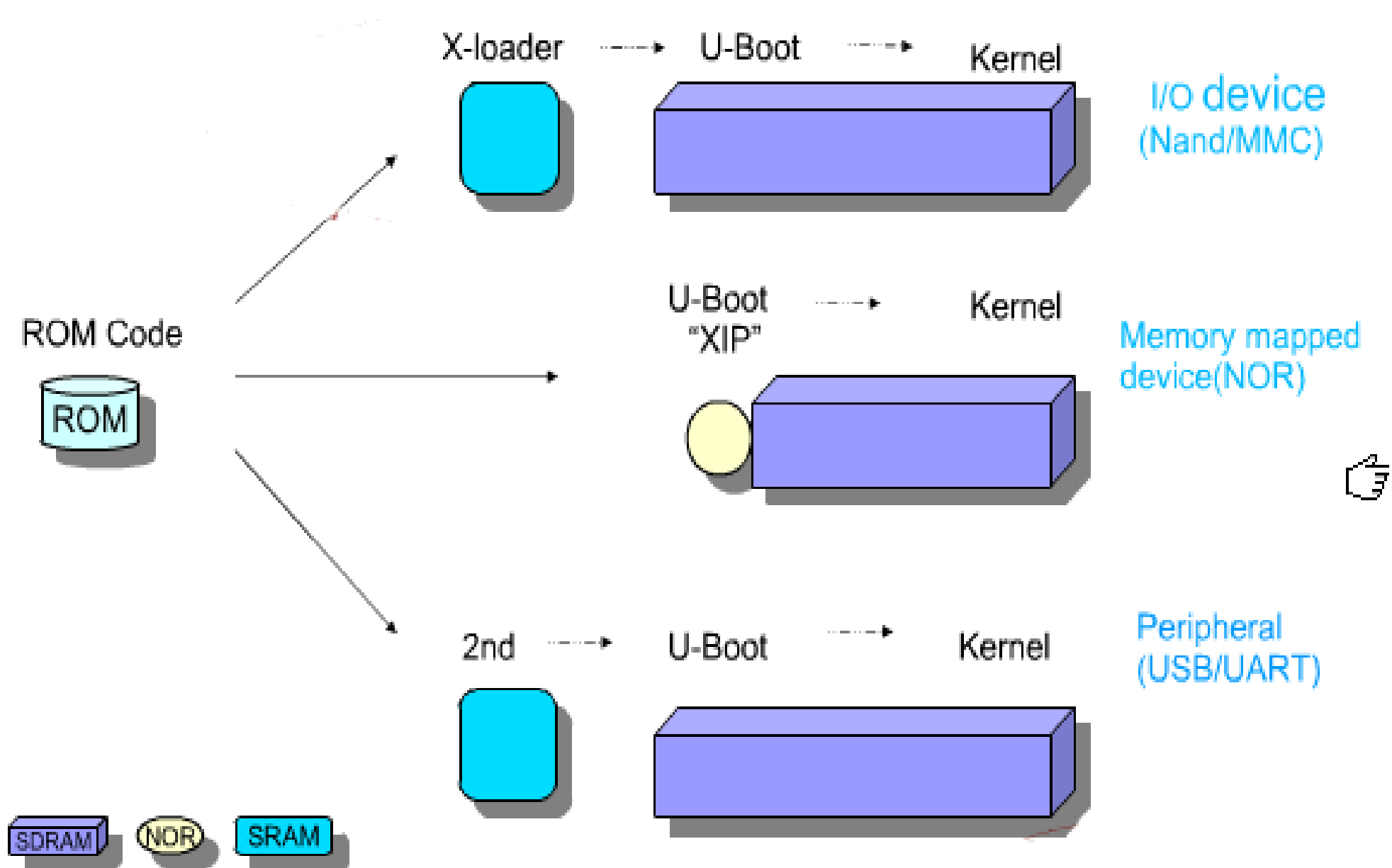


SAMSUNG S3C2440
ARM9 Core @502 MHz
LCD/2D

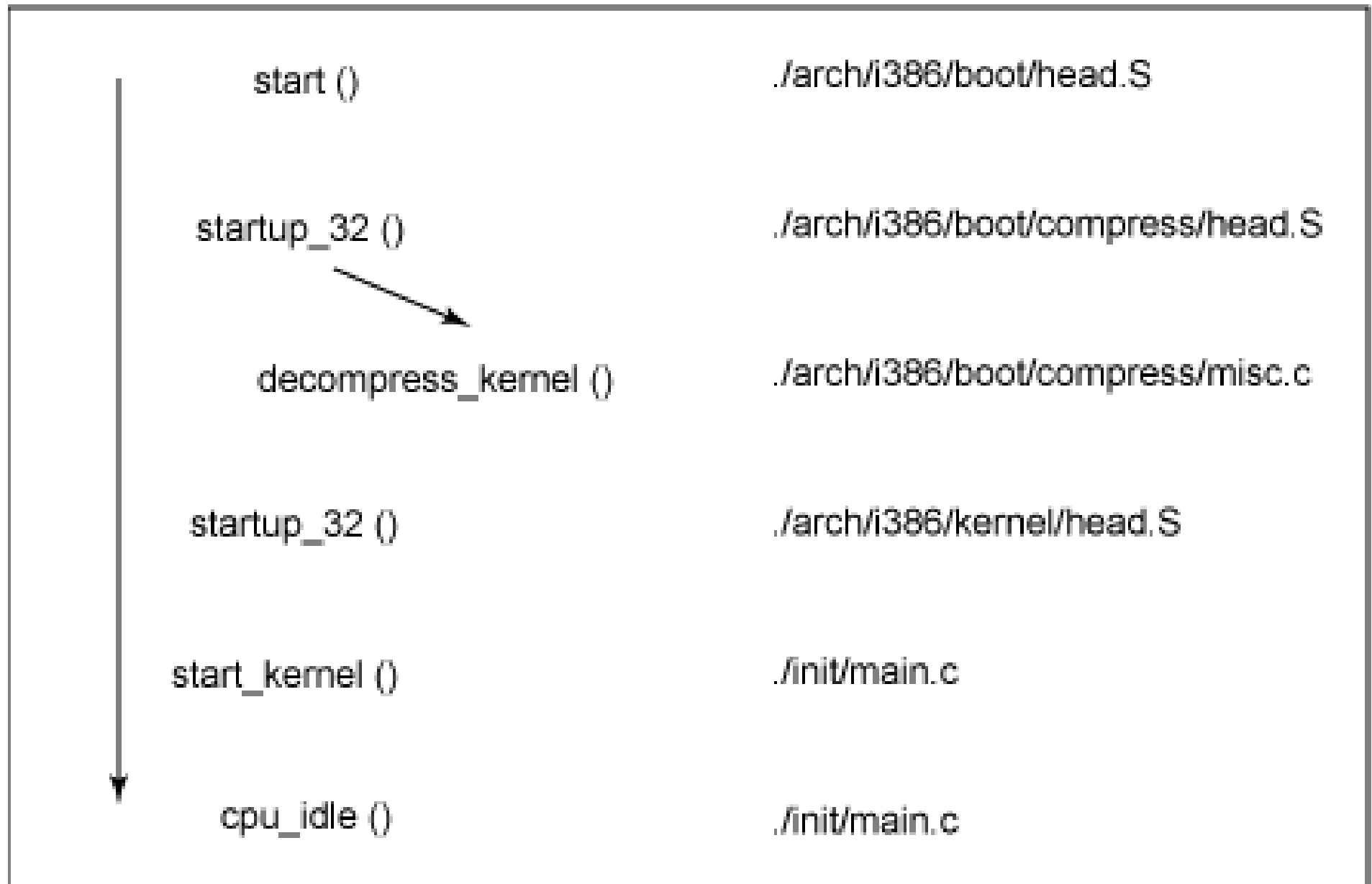
BOOT Loader – ÖNYÜKLEYİCİ

- ✓ Kesmelerin durdurulması
- ✓ Sistem saatlerinin (CLOCK) düzenlenmesi.
- ✓ Sistem belleğinin düzenlenmesi.
- ✓ Çevre birimlerinin ilklendirilmesi.
- ✓ Asıl uygulamanın (OS) yüklenip işletilmesi.

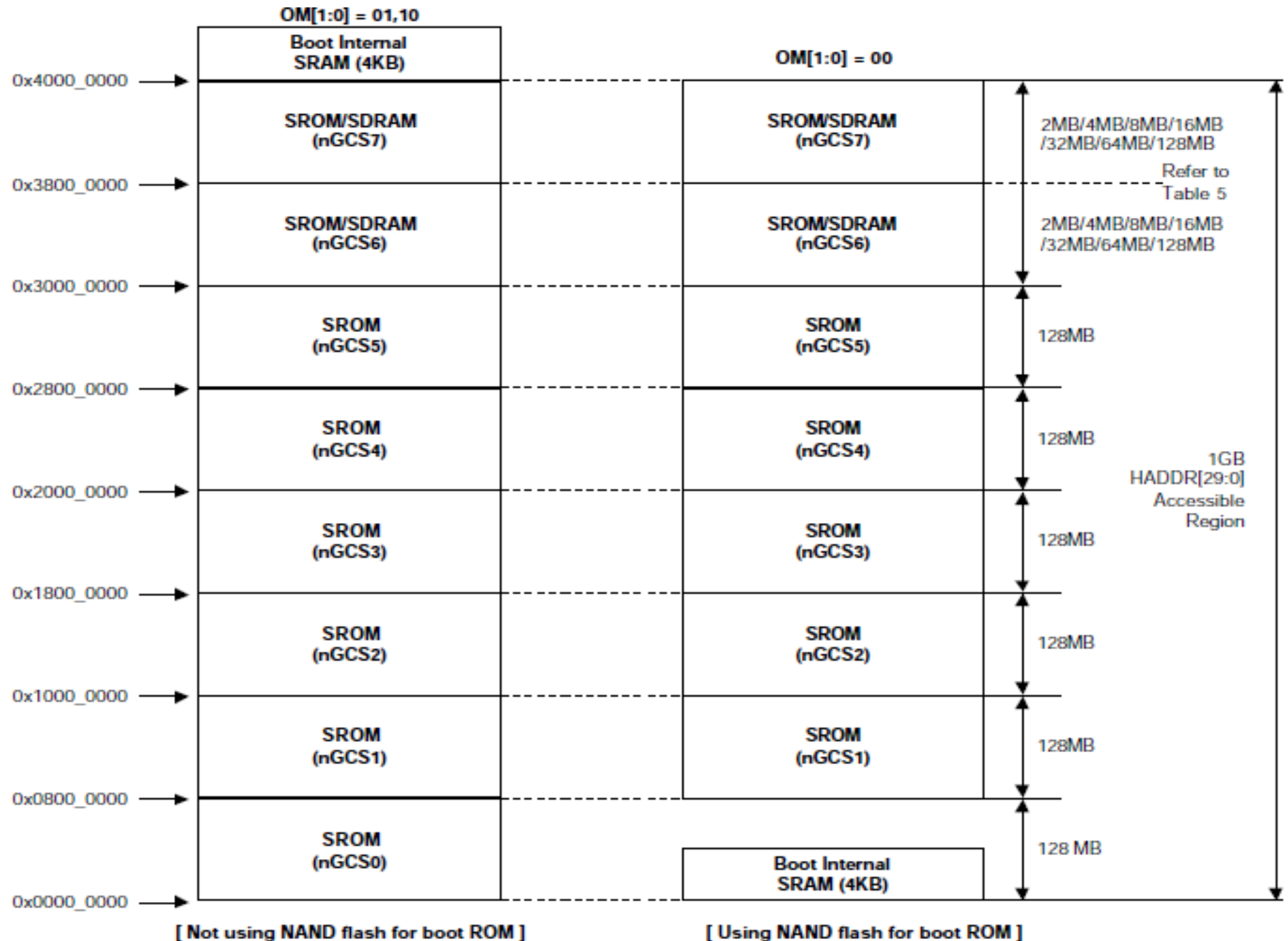
BOOT Loader – ÖNYÜKLEYİCİ



Linux Startup Code



Yazılım tarafı – RESET ardından bellek haritası



U-BOOT, VIVI

- x Genel amaçlı
- x Fazla büyük
- x Gereğinden fazla karmaşık
- x Bağımlılık sorunları

Kendi bootloaderinizi türetin veya yazın.

Bootloader yerine doğrudan kerneli yükleyin

LCD için Framebuffer sürücüsü

- ✓ LCD seçerken RGB veya LVDS tercihi
Framebuffer işini CPU'ya yüklemek
- ✓ MCU seçerken Linux desteğini gözetmek
Hazır FB sürücülerini kullanabilme imkanı
- ✓ LCD + MCU için tam Linux desteği
- ✓ Kontrolcüsü dahili LCD'lerden kaçının.

✓ linux/include/linux/fb.h

fb_var_screeninfo

fb_fix_screeninfo

fb_cmap

fb_info

fb_ops

✓ fbmem.c

register_framebuffer(struct fb_info *fb_info)

unregister_framebuffer(struct fb_info *fb_info)

✓ linux/drivers/fb/skeleton.c

- ✓ Frame buffer'in fiziksel adresini belirleyin

`fb_get_fix()`

- ✓ `ioctl()` için gereken operasyonları gerçekleştirin.

`FBIOGET_VSCREENINFO` `fb_get_var`

`FBIOPUT_VSCREENINFO` `fb_set_var`

`FBIOGET_FSCREENINFO` `fb_get_fix`

`FBIOPUTCMAP` `fb_set_cmap`

`FBIOGETCMAP` `fb_get_cmap`

`FBIOPAN_DISPLAY` `fb_pan_display`

- ✓ `fb_set_var()`

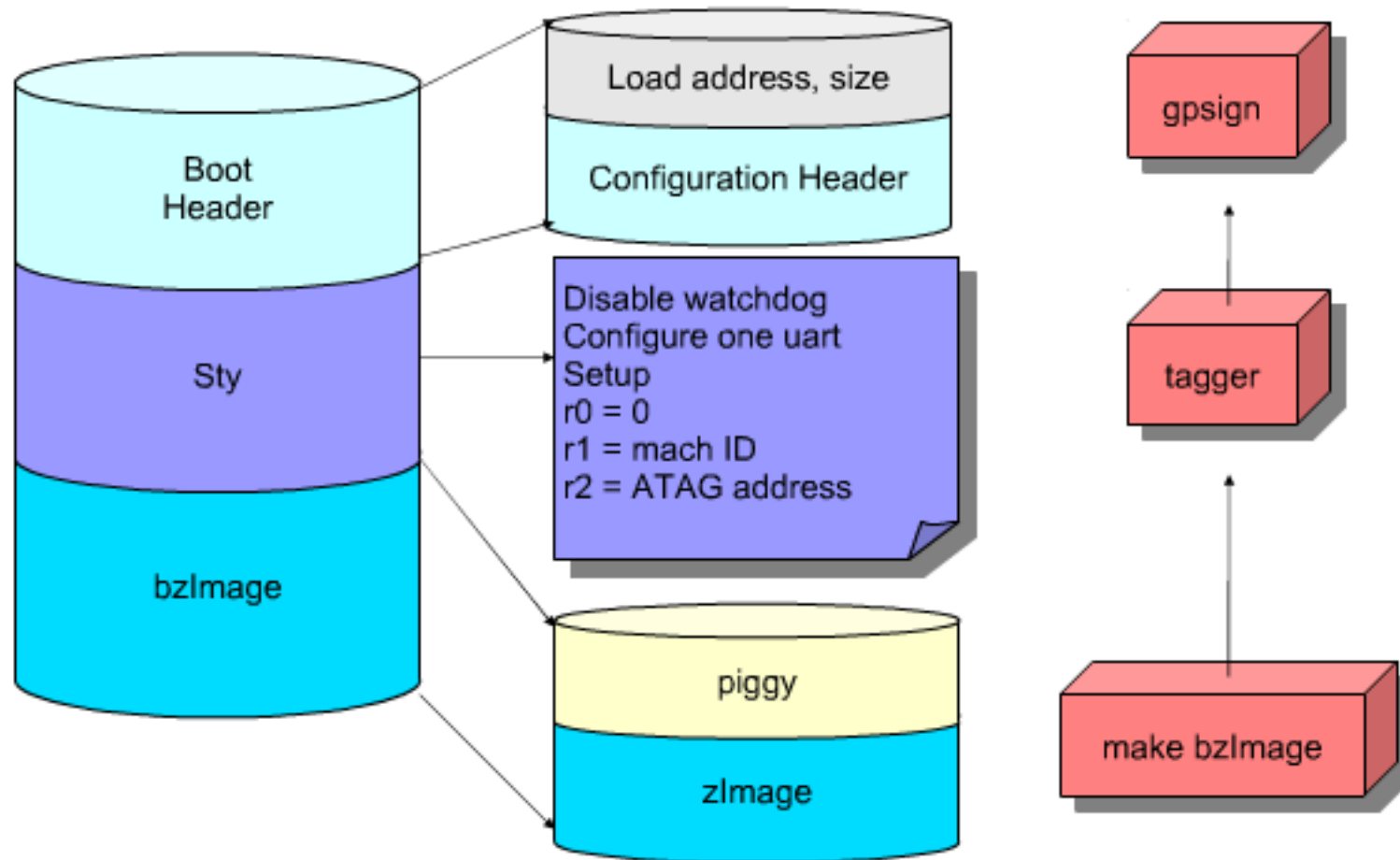
Mod (320x240x8 gibi) değişimi gerekiyor mu?

Yeni modu hazırlayın, FB bit paternlerini belirleyin.

Gerekliyse “colormap” ları düzenleyin.

LCD kontrol registerleri yeni duruma göre düzenleyin.

KERNEL – BOOTLOADER



✓ Ext2, ext3, FAT32 ...

HDD için optimize.

NAND okuma/yazma limitlerine uygun değil.

FS yükü fazla.

✓ Yaffs, yaffs2, jfs, jffs2 ...

NAND/NOR vs. için optimize.

Embedded sistemler için kullanışlı ekler.

On-the-fly compression, bad sector move..

Genellikle daha yavaş

CONFIG_MTD=y

CONFIG_MTD_PARTITIONS=y

CONFIG_MTD_CHAR=y

CONFIG_MTD_BLOCK=y

CONFIG_MTD_NAND=y

CONFIG_MTD_NAND_YOURBOARD=y

CONFIG_JFFS2_FS=y

CONFIG_JFFS2_FS_DEBUG=0

CONFIG_JFFS2_FS_NAND=y

✓ Sistem için kökdizini

```
mkdir /nav_device_path/rootfs
cd /nav_device_path/rootfs
for I in sys dev etc bin sbin usr lib; do
    mkdir $I
done
```

✓ Gerekli /dev girdilerini oluşturma

```
mknod T MAJOR MINOR /dev/hede
```

✓ Init dosyaları

```
vi /etc/inittab
mkdir /etc/rc.d || vi /etc/rc.d/init-script
```

LIBC

✓ Statik / Dinamik kullanım

✓ Çeşitli varyasyonlar

GLIBC

EGLIBC

uClibc

dietlibc

newlib

android libc

http://www.etalabs.net/compare_libcs.html

Grafik arabirim

DirectFB

GTKFB

X over FB

Micro X

SDL

Qtopia & Qt4/E

Grafik arabirimler için ipuçları

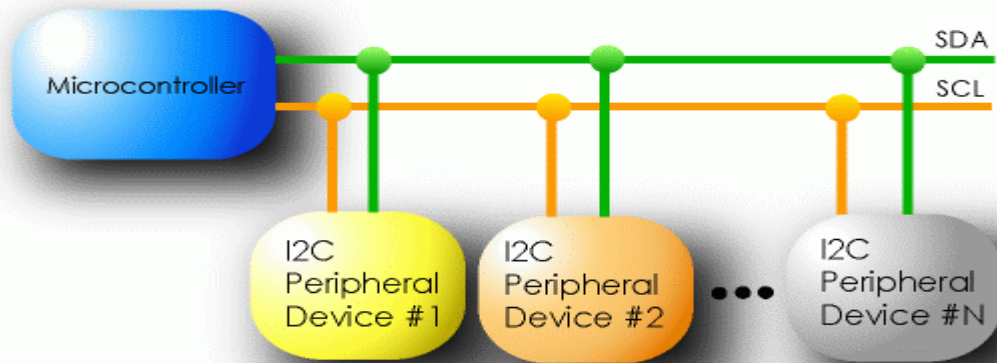
- ✓ RGBA yerine Palet tabanlı GUI
- ✓ Gerekmeyen her şeyi atın.
 - Bitmap'ler, ikonlar.*
 - Kullanılmayan widgetler*
 - Dil/karakter destekleri.*
 - Giriş yöntemleri*
 - Hata ayıklama kodları*

- ✓ C en taşınabilir dildir, onu C++ izler.
- ✓ Uygunsa emulatör kullanımı
QEMU, P-SIM ...
- ✓ Geliştirme kitleri / Embedded kartlar
 1. Kodlama
 2. Derleme
 3. Emülatörle test / Geliştirme kitinde test
 4. Prototip üzerinde test.
 5. Nihai uygulama imajı

USB erişimi

- ✓ USB Host, OTG desteği için kernel...
- ✓ USB Device olarak...
 - Doğrudan kernel kodlama
 - GADGETFS (libgadgetfs)
 - USB Storage
 - USB Serial
 - USB Ethernet
 - RNDIS

I²C erişimi



- ✓ Kernel sürücüsü gerekebilir !
- ✓ Kernel sürücüsü, sadece bus için şarttır.
- ✓ Bazı I2C cihazları kernelden desteklenir.
- ✓ I2C cihazları için, I2C Framework..
 /sys/class/i2c-adapter
 /dev/i2c-*

I²C erişimi

```
#include <linux/i2c-dev.h> // from i2c-tools
```

```
int file = open("/dev/i2c-0", O_RDWR);
```

```
if (file < 0) ERROR HANDLING;
```

```
int addr = 0x40;
```

```
if (ioctl(file, I2C_SLAVE, addr) < 0)  
    ERROR HANDLING; 3)
```

```
buf[0] = DEV_register;
```

```
buf[1] = 0x55;
```

```
buf[2] = 0xAA;
```

```
if (write(file, buf, 3) != 3)  
    ERROR HANDLING;
```

```
if (read(file, buf, 1) != 1)
```

```
    ERROR HANDLING;
```

```
/* buf[0] = readed byte */
```

SPI erişimi

- ✓ CS – Chip Select problemi !
- ✓ Kernel sürücüsü kullanılmalıdır.
- ✓ Bazı MSSP'lar GPIO desteğiyle hazır olabilir.
- ✓ SPI kontrolcüsü yazmak en kolay yoldur.

SPI erişimi

- ✓ Kernel sürücüsü hazır olunca
/dev/spidev*B.C*
B = *Bus (MSSP) numarası*.
C = *CS numarası*
- ✓ Kullanıcı erişimi IOCTL ile sağlanır.
Documentation / spi / spidev
spidev_test.c