

## Mono QVGA LCD vezérlő

Monokróm 320x240 pixel felbontású beépített vezérlő nélküli LCD modulok egyszerű alkalmazását teszi lehetővé. Nincs bonyolult inicializálási folyamat amely során az LCD típusnak megfelelő paraméterek tömkelegét kellene a vezérlőbe írni használat előtt. Persze van lehetőség a bonyolításra, de alapvetően ahhoz, hogy megjelenjen valami a kijelzőn elég néhány regisztert beállítani.

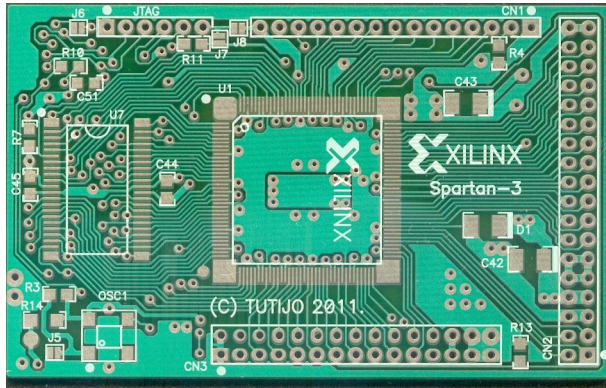
2D-s grafikai hardware funkciók gyors és kényelmes grafika készítését teszi lehetővé minimális software ráfordítással. Rendkívül gyors és mégis villogásmentes rajzolás bármilyen sebességű mikrokontroller használata esetén is. Hardware-es sprite-ok használatát is támogatja valamint különböző funkcióval rendelkező I/O portokkal is ki lett egészítve a vezérlőpanel.

A legfontosabb tulajdonságok az alábbiak:

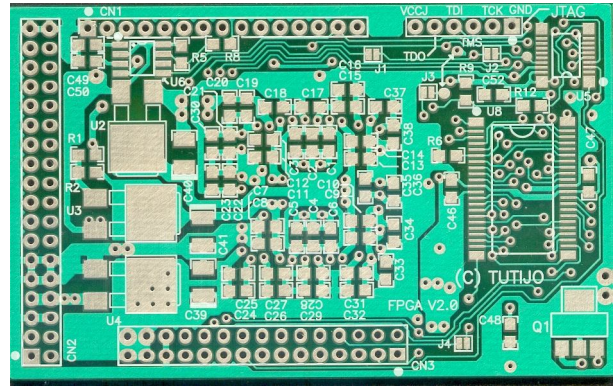
| LCD vezérlés funkciói  | I/O funkciók  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>- 128 Kbyte grafikus RAM</li><li>- 320x240 felbontás</li><li>- 1bit/pixel, 2bit/pixel mód</li><li>- Külön karakteres lap</li><li>- Belső 8x8-as és 8x12-es karaktergenerátor</li><li>- egyszerre akár 512 különböző karakter használata</li><li>- Minden karakterhez külön tulajdonságok rendelhetőek. ( inverz, villogás, fényerő ) stb.</li><li>- 3db hardware sprite 2bit/pixel -es</li><li>- Egyidejűleg a karakteres lap mellett még 4 grafikus lap és 3db sprite is megjeleníthető.</li><li>- 8 bit-es CPU interface</li><li>- 2D-s grafikus funkciók<br/>pixel, kör, vonalrajzolás, blitter ( forgatás, tükrözés valamint pixel szintű logikai műveletek )</li><li>- Screen capture funkció</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>- 32db általánosan használható I/O port amelyek közül több alternatív funkcióval is rendelkezik.</li><li>- Egyszerű max 100MS/s sebességű 8 bit-es DSO<br/>1 csatorna<br/>20 kByte RAM<br/>Külső vagy belső trigger<br/>Él vagy szint trigger<br/>Állítható trigger hiszterézis<br/>Normál vagy peak-detect mintavételi mód<br/>Logikai analizátor mód</li><li>- 4db inkrementális forgás jeladó kezelése</li><li>- 4db 8bit-es PWM kimenet</li><li>- 4db 12 bit-es PWM kimenet</li></ul> |

A panel olyan modult képez, amelyhez csupán néhány kiegészítő alkatrész kell és bármilyen mikrokontroller felhasználásával működtethető.

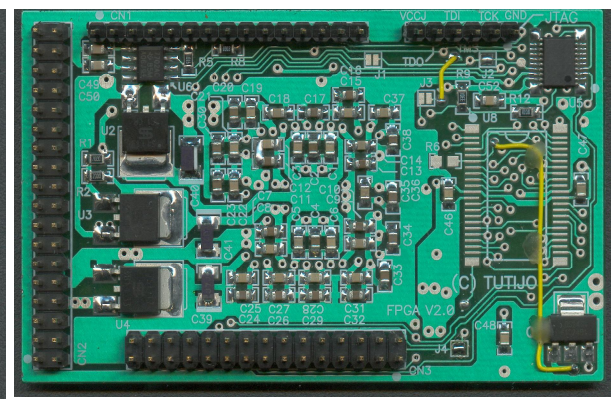
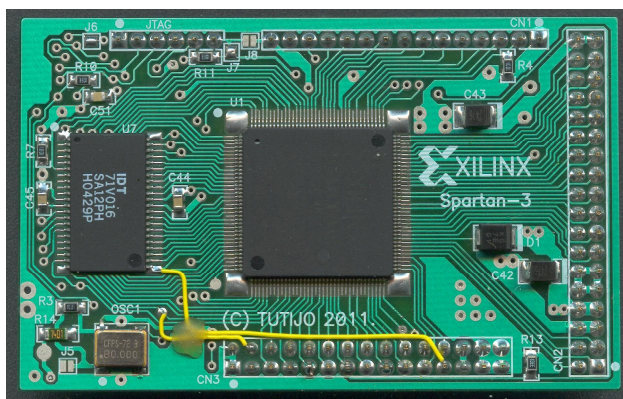
Arra figyelni kell, hogy az elektronika minden ki és bemenete 3.3V-os logikai szintű! Emiatt az 5V-os rendszerekhez csak szintillesztőn keresztül használható.



Beültetési oldal



Forrasztási oldal



A panel eredetileg 1 Mbyte SRAM fogadására lett tervezve, viszont annak érdekében, hogy minél több szabadon felhasználható portkivezetés lehessen, lett néhány módosítás az eredeti tervhez képest. A 2db 512Kbyte-os RAM helyett 1db 128 Kbyte-os lett beépítve. Az így felszabadult FPGA lábak lettek néhány vezetékkel a csatlakozóra kihozva.

A kapcsolási rajzon több olyan alkatrész is szerepel, ami a végleges kialakítású panelen nincs beültetve.

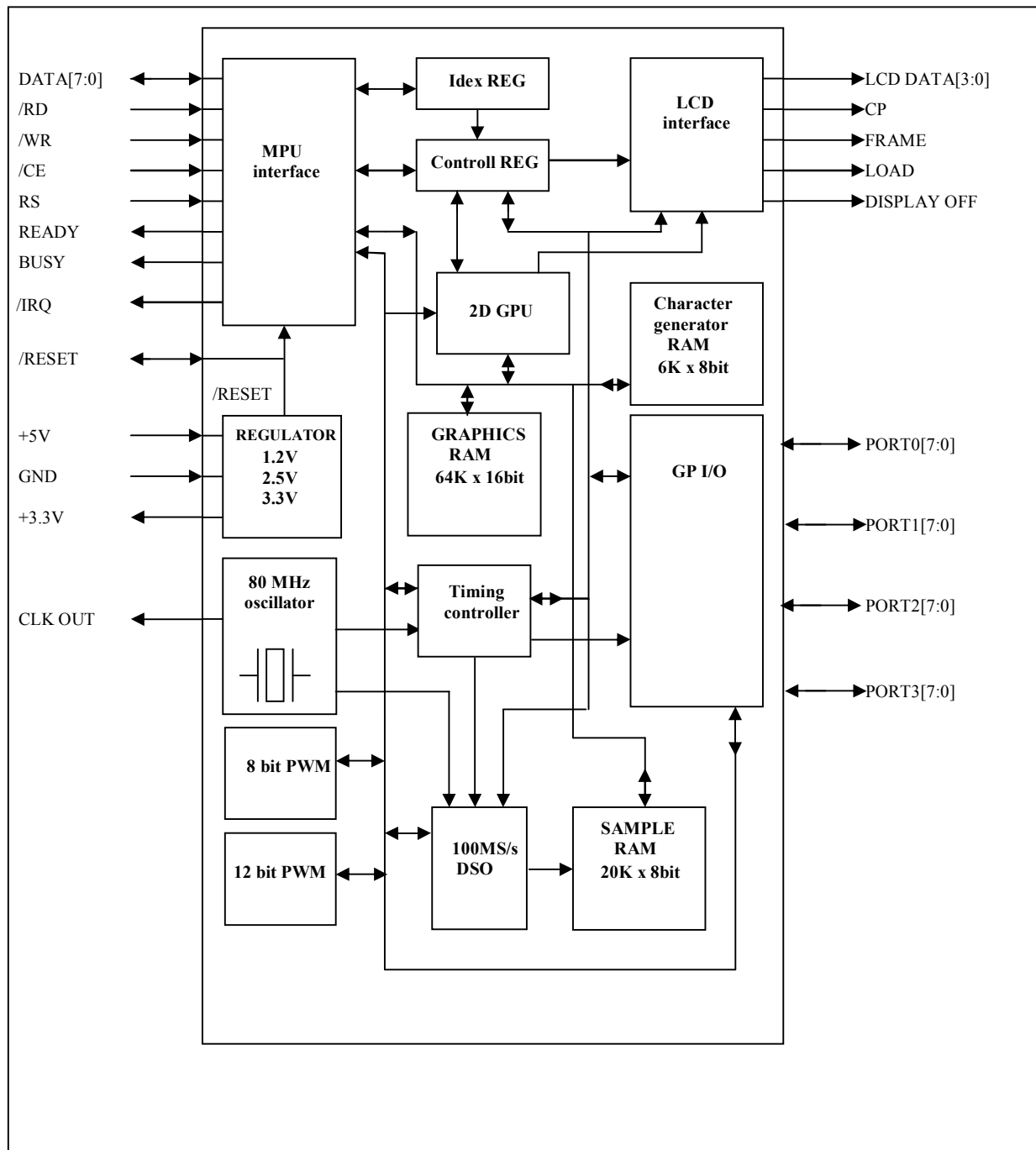
A Q1-es jelzésű DALLAS DS2401 típusú azonosító chip.

Ez alkalmazható egy kezdetleges másolás elleni védelemre ami egy kicsit megnehezítheti a panel használatát akkor ha illegálisan lemásolják a BOOT FLASH tartalmát.

De mivel ez egy szabadon felhasználható alkalmazás, ezért ennek nincs jelentősége.

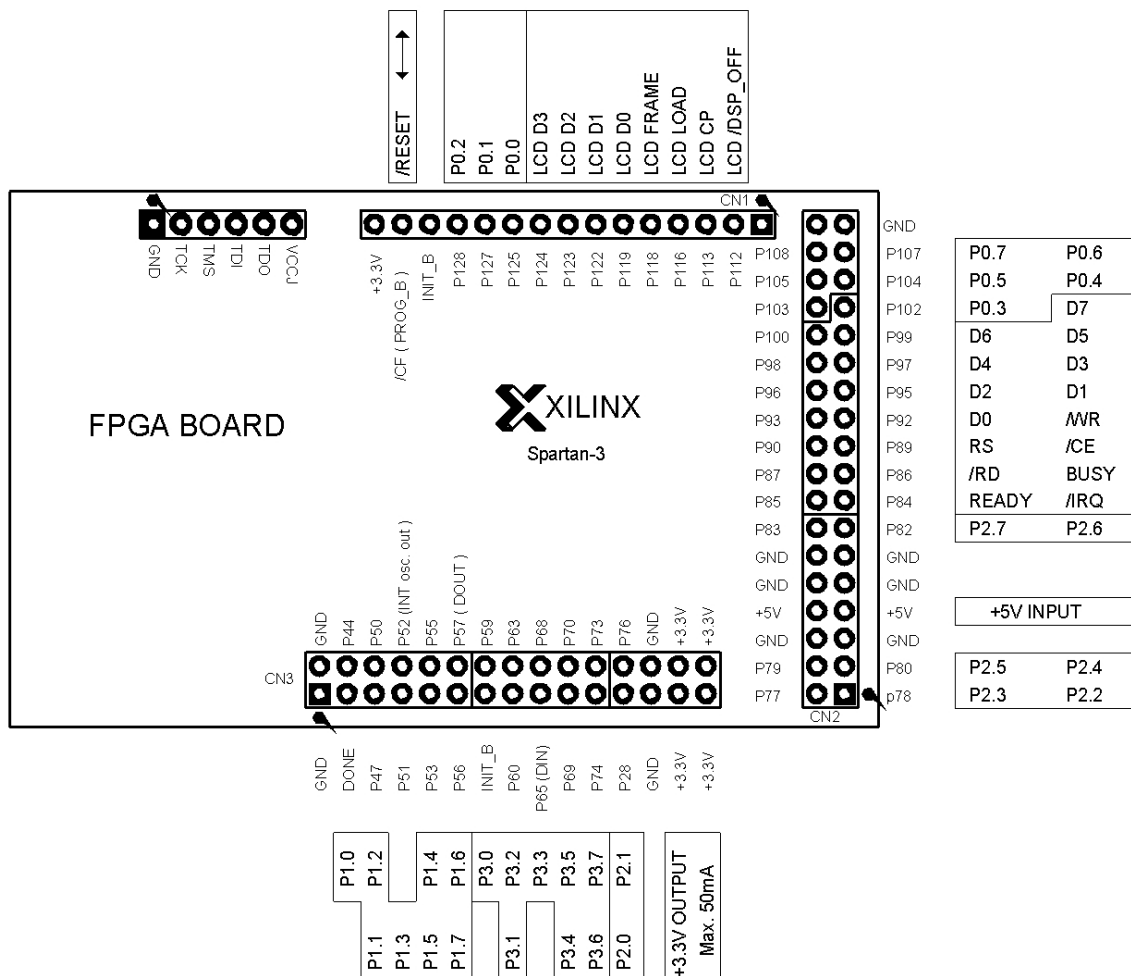
A másik az U8 jelzésű RAM ami szintén nem kell.

# Blokkvázlat:

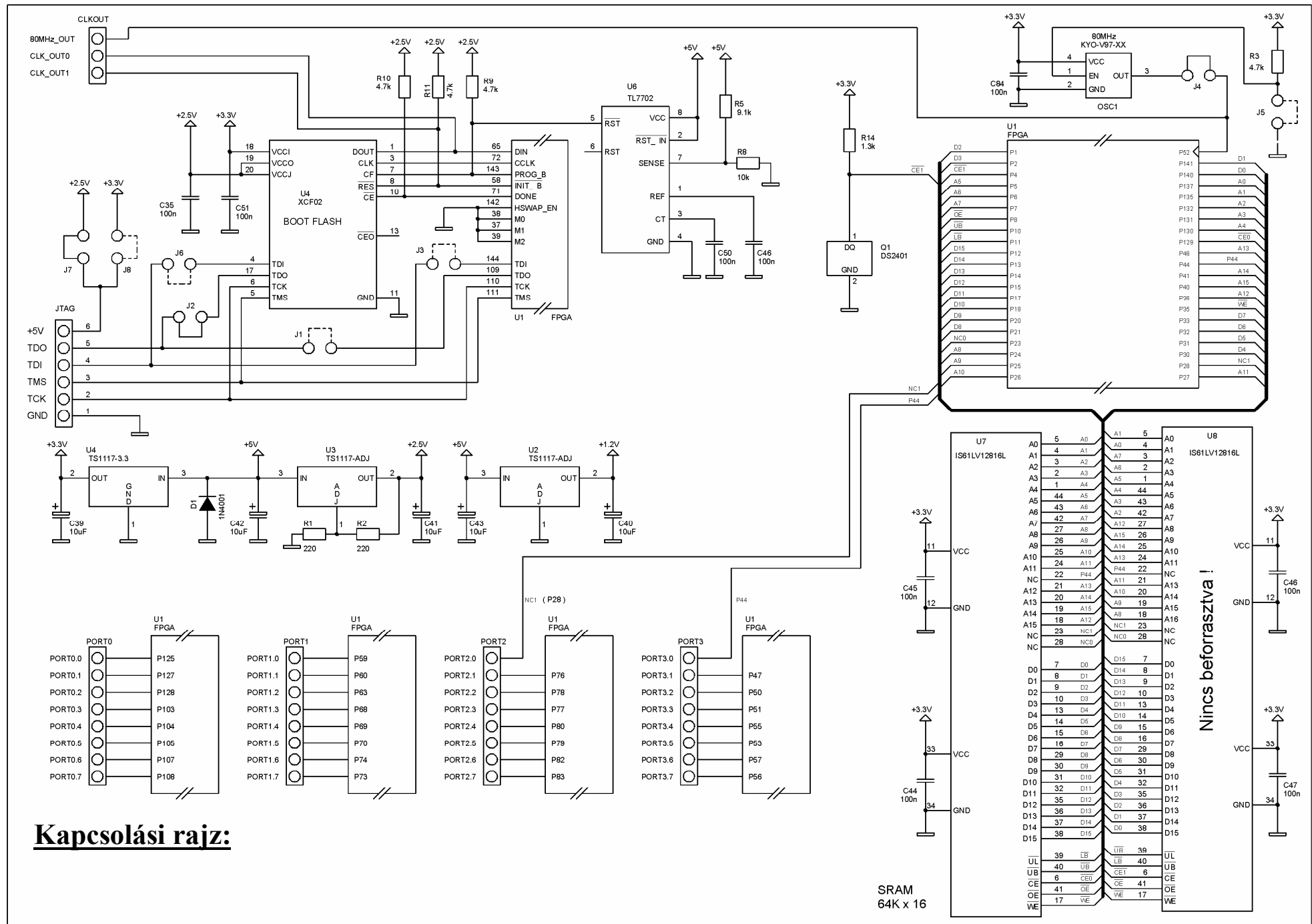


## Kivezetések, bekötés:

A panel csak +5V tápfeszültséget igényel. A belső stabilizált 3.3V ki van vezetve, amit maximum 50mA-rel lehet terhelni.



| FPGA PIN     | Kivezetés neve | I/O | Funkció   |
|--------------|----------------|-----|---|
| P93          | D0             | I/O | Kétirányú adatbusz  |
| P95          | D1             | I/O | Kétirányú adatbusz  |
| P96          | D2             | I/O | Kétirányú adatbusz  |
| P97          | D3             | I/O | Kétirányú adatbusz  |
| P98          | D4             | I/O | Kétirányú adatbusz  |
| P99          | D5             | I/O | Kétirányú adatbusz  |
| P100         | D6             | I/O | Kétirányú adatbusz  |
| P102         | D7             | I/O | Kétirányú adatbusz  |
| P87          | /RD            | I   | L = Olvasás az adatbuszról  |
| P92          | /WR            | I   | L = Írás az adatbuszra  |
| P89          | /CE            | I   | L = Chip engedélyezés<br>H = Chip tiltás, az adatbusz nagy impedanciás állapotba kerül.   |
| P90          | RS             | I   | L = Az adatbusz írás/olvasás funkció az index regiszter által kijelölt regiszterre vonatkozik.<br>H= Az index regisztert lehet írni vagy olvasni.   |
| P85          | READY          | O   | L = RAM írás/olvasás folyamatban van<br>H = RAM művelet kész  |
| P86          | BUSY           | O   | L = Grafikai művelet kész<br>H = Grafikai művelet folyamatban van   |
| P84          | /IRQ           |     | DSO funkcionál a mintatárolás befejezésekor megszakítás jelzés a CPU felé.  |
|              | /RESET         | I/O | L = Minden regisztert és kivezetést alaphelyzetbe állít.<br>H = Normál működés<br><b>Csak nyitott kollektoros meghajtással lehet vezérelni!</b><br>Amennyiben az LCD vezérlő bemenő tápfeszültsége 4.75V alá esik, akkor ez a kivezetést logikai L szintre állítja a vezérlő. |
|              | GND            | I   | Tápfeszültség negatív pontja  |
|              | +5V            | I   | Stabilizált +5V-os bemenő tápfeszültség   |
|              | +3.3V          | O   | Stabilizált maximum 50mA-es 3.3V-os tápfeszültség kimenet.  |
| P119         | LCD D0         | O   | LCD adat  |
| P122         | LCD D1         | O   | LCD adat  |
| P123         | LCD D2         | O   | LCD adat  |
| P124         | LCD D3         | O   | LCD adat  |
| P118         | LCD FRAME      | O   | LCD „képszinkron”   |
| P116         | LCD LOAD       | O   | LCD „sorszinkron”   |
| P113         | LCD CP         | O   | LCD órajel  |
| P112         | LCD DSP_OFF    | O   | Tiltja az LCD kijelző sor és oszlop meghajtóit.   |
|              | PORT0          | I/O | Szabadon felhasználható ki-be meneti port   |
|              | PORT1          | I/O | Szabadon felhasználható ki-be meneti port   |
|              | PORT2          | I/O | Szabadon felhasználható ki-be meneti port   |
|              | PORT3          | I/O | Szabadon felhasználható ki-be meneti port   |
| P65 (DIN)    | CLK_OUT0       | O   | 40MHz<br>A 80MHz-es oszcillátorból leosztva.  |
| P58 (INIT_B) | CLK_OUT1       | O   | 20MHz<br>A 80MHz-es oszcillátorból leosztva.  |
| P52          | OSC_OUT        | O   | A panelon lévő 80MHz-es oszcillátor kimenete  |





| Név            | Cím          | Bit 7                | Bit 6           | Bit 5           | Bit 4          | Bit 3           | Bit 2          | Bit 1           | Bit 0          |
|----------------|--------------|----------------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| BLOCK_Width_L  | 42 ( 0x2A )  | Width[7]             | Width[6]        | Width[5]        | Width[4]       | Width[3]        | Width[2]       | Width[1]        | Width[0]       |
| BLOCK_Height_H | 43 ( 0x2B )  | Height [7]           | Height [6]      | Height [5]      | Height [4]     | Height [3]      | Height [2]     | Height [1]      | Height [0]     |
| BLOCK_Start    | 44 ( 0x2C )  | BFILL_Brigh [1]/BUSY | BFILL_Brigh [0] | Target[2]       | Target[1]      | Target[0]       | Source[2]      | Source [1]      | Source [0]     |
| Max_Plot_Ct_H  | 45 ( 0x2D )  | -                    | -               | -               | -              | -               | -              | -               | Max_Plot Ct[8] |
| Max_Plot_Ct_L  | 46 ( 0x2E )  | Max_Plot Ct[7]       | Max_Plot Ct[6]  | Max_Plot Ct[5]  | Max_Plot Ct[4] | Max_Plot Ct[3]  | Max_Plot Ct[2] | Max_Plot Ct[1]  | Max_Plot Ct[0] |
| Sprite0_Width  | 60 ( 0x3C )  | -                    | Width[6]        | Width[5]        | Width[4]       | Width[3]        | Width[2]       | Width[1]        | Width[0]       |
| Sprite0_Height | 61 ( 0x3D )  | Height [7]           | Height [6]      | Height [5]      | Height [4]     | Height [3]      | Height [2]     | Height [1]      | Height [0]     |
| Srite0_X_H     | 62 ( 0x3E )  | -                    | -               | -               | -              | -               | -              | -               | X[8]           |
| Srite0_X_L     | 63 ( 0x3F )  | X[7]                 | X[6]            | X[5]            | X[4]           | X[3]            | X[2]           | X[1]            | X[0]           |
| Srite0_Y       | 64 ( 0x40 )  | Y[7]                 | Y[6]            | Y[5]            | Y[4]           | Y[3]            | Y[2]           | Y[1]            | Y[0]           |
| Sprite1_Width  | 65 ( 0x41 )  | -                    | Width[6]        | Width[5]        | Width[4]       | Width[3]        | Width[2]       | Width[1]        | Width[0]       |
| Sprite1_Height | 66 ( 0x42 )  | Height [7]           | Height [6]      | Height [5]      | Height [4]     | Height [3]      | Height [2]     | Height [1]      | Height [0]     |
| Srite1_X_H     | 67 ( 0x43 )  | -                    | -               | -               | -              | -               | -              | -               | X[8]           |
| Srite1_X_L     | 68 ( 0x44 )  | X[7]                 | X[6]            | X[5]            | X[4]           | X[3]            | X[2]           | X[1]            | X[0]           |
| Srite1_Y       | 69 ( 0x45 )  | Y[7]                 | Y[6]            | Y[5]            | Y[4]           | Y[3]            | Y[2]           | Y[1]            | Y[0]           |
| Sprite2_Width  | 70 ( 0x46 )  | -                    | Width[6]        | Width[5]        | Width[4]       | Width[3]        | Width[2]       | Width[1]        | Width[0]       |
| Sprite2_Height | 71 ( 0x47 )  | Height [7]           | Height [6]      | Height [5]      | Height [4]     | Height [3]      | Height [2]     | Height [1]      | Height [0]     |
| Srite2_X_H     | 72 ( 0x48 )  | -                    | -               | -               | -              | -               | -              | -               | X[8]           |
| Srite2_X_L     | 73 ( 0x49 )  | X[7]                 | X[6]            | X[5]            | X[4]           | X[3]            | X[2]           | X[1]            | X[0]           |
| Srite2_Y       | 74 ( 0x4A )  | Y[7]                 | Y[6]            | Y[5]            | Y[4]           | Y[3]            | Y[2]           | Y[1]            | Y[0]           |
| Sprite_Enable  | 75 ( 0x4B )  | -                    | -               | Sprite2_Attr En | Sprite2_En     | Sprite1_Attr En | Sprite1_En     | Sprite0_Attr En | Sprite0_En     |
| PORT0_OUT      | 128 ( 0x80 ) | P0.7                 | P0.6            | P0.5            | P0.4           | P0.3            | P0.2           | P0.1            | P0.0           |
| PORT0_IN       | 129 ( 0x81 ) | P0.7                 | P0.6            | P0.5            | P0.4           | P0.3            | P0.2           | P0.1            | P0.0           |
| PORT0_DIR      | 130 ( 0x82 ) | P0.7                 | P0.6            | P0.5            | P0.4           | P0.3            | P0.2           | P0.1            | P0.0           |
| PORT1_OUT      | 132 ( 0x84 ) | P1.7                 | P1.6            | P1.5            | P1.4           | P1.3            | P1.2           | P1.1            | P1.0           |
| PORT1_IN       | 133 ( 0x85 ) | P1.7                 | P1.6            | P1.5            | P1.4           | P1.3            | P1.2           | P1.1            | P1.0           |
| PORT1_DIR      | 134 ( 0x86 ) | P1.7                 | P1.6            | P1.5            | P1.4           | P1.3            | P1.2           | P1.1            | P1.0           |
| PORT2_OUT      | 136 ( 0x88 ) | P2.7                 | P2.6            | P2.5            | P2.4           | P2.3            | P2.2           | P2.1            | P2.0           |
| PORT2_IN       | 137 ( 0x89 ) | P2.7                 | P2.6            | P2.5            | P2.4           | P2.3            | P2.2           | P2.1            | P2.0           |
| PORT2_DIR      | 138 ( 0x8A ) | P2.7                 | P2.6            | P2.5            | P2.4           | P2.3            | P2.2           | P2.1            | P2.0           |
| PORT2_ALT      | 139 ( 0x8B ) | P2.7                 | P2.6            | P2.5            | P2.4           | P2.3            | P2.2           | P2.1            | P2.0           |
| PORT3_OUT      | 140 ( 0x8C ) | P3.7                 | P3.6            | P3.5            | P3.4           | P3.3            | P3.2           | P3.1            | P3.0           |
| PORT3_IN       | 141 ( 0x8D ) | P3.7                 | P3.6            | P3.5            | P3.4           | P3.3            | P3.2           | P3.1            | P3.0           |
| PORT3_DIR      | 142 ( 0x8E ) | P3.7                 | P3.6            | P3.5            | P3.4           | P3.3            | P3.2           | P3.1            | P3.0           |
| PORT3_ALT      | 143 ( 0x8F ) | -                    | -               | -               | -              | -               | P3.2           | P3.1            | P3.0           |
| ENCODER0_POS   | 145 ( 0x91 ) | Pos[7]               | Pos[6]          | Pos[5]          | Pos[4]         | Pos[3]          | Pos[2]         | Pos[1]          | Pos[0]         |
| ENCODER1_POS   | 146 ( 0x92 ) | Pos[7]               | Pos[6]          | Pos[5]          | Pos[4]         | Pos[3]          | Pos[2]         | Pos[1]          | Pos[0]         |
| ENCODER2_POS   | 147 ( 0x93 ) | Pos[7]               | Pos[6]          | Pos[5]          | Pos[4]         | Pos[3]          | Pos[2]         | Pos[1]          | Pos[0]         |
| ENCODER3_POS   | 148 ( 0x94 ) | Pos[7]               | Pos[6]          | Pos[5]          | Pos[4]         | Pos[3]          | Pos[2]         | Pos[1]          | Pos[0]         |
| ENCODER_MODE   | 149 ( 0x95 ) | ENC3_DIR             | ENC2_DIR        | ENC1_DIR        | ENC0_DIR       | ENC3_MODE       | ENC2_MODE      | ENC1_MODE       | ENC0_MODE      |
| ENCODER_TYPE   | 150 ( 0x96 ) | -                    | -               | -               | -              | ENC3_TYPE       | ENC2_TYPE      | ENC1_TYPE       | ENC0_TYPE      |
| PWM0_8         | 151 ( 0x97 ) | PWM0 [7]             | PWM0 [6]        | PWM0 [5]        | PWM0 [4]       | PWM0 [3]        | PWM0 [2]       | PWM0 [1]        | PWM0 [0]       |
| PWM1_8         | 152 ( 0x98 ) | PWM1 [7]             | PWM1 [6]        | PWM1 [5]        | PWM1 [4]       | PWM1 [3]        | PWM1 [2]       | PWM1 [1]        | PWM1 [0]       |
| PWM2_8         | 153 ( 0x99 ) | PWM2 [7]             | PWM2 [6]        | PWM2 [5]        | PWM2 [4]       | PWM2 [3]        | PWM2 [2]       | PWM2 [1]        | PWM2 [0]       |



| Név                             | Cím        | Bit 7           | Bit 6            | Bit 5            | Bit 4            | Bit 3            | Bit 2            | Bit 1           | Bit 0           |
|---------------------------------|------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| PWM_8_DIV                       | 154 (0x9A) | PWM8_DIV[7]     | PWM8_DIV[6]      | PWM8_DIV[5]      | PWM8_DIV[4]      | PWM8_DIV[3]      | PWM8_DIV[2]      | PWM8_DIV[1]     | PWM8_DIV[0]     |
| PWM3_8                          | 155 (0x9B) | PWM3 [7]        | PWM3 [6]         | PWM3 [5]         | PWM3 [4]         | PWM3 [3]         | PWM3 [2]         | PWM3 [1]        | PWM3 [0]        |
| PWM3_8_DIV                      | 156 (0x9C) | PWM3_8 DIV[11]  | PWM3_8 DIV[10]   | PWM3_8 DIV[9]    | PWM3_8 DIV[8]    | PWM3_8 DIV[7]    | PWM3_8 DIV[6]    | PWM3_8 DIV[5]   | PWM3_8 DIV[4]   |
| PWM4_12_H                       | 157 (0x9D) | -               | -                | -                | -                | PWM4 [11]        | PWM4 [10]        | PWM4 [9]        | PWM4 [8]        |
| PWM4_12_L                       | 158 (0x9E) | PWM4 [7]        | PWM4 [6]         | PWM4 [5]         | PWM4 [4]         | PWM4 [3]         | PWM4 [2]         | PWM4 [1]        | PWM4 [0]        |
| PWM5_12_H                       | 159 (0x9F) | -               | -                | -                | -                | PWM5 [11]        | PWM5 [10]        | PWM5 [9]        | PWM5 [8]        |
| PWM5_12_L                       | 160 (0xA0) | PWM5 [7]        | PWM5 [6]         | PWM5 [5]         | PWM5 [4]         | PWM5 [3]         | PWM5 [2]         | PWM5 [1]        | PWM5 [0]        |
| PWM6_12_H                       | 161 (0xA1) | -               | -                | -                | -                | PWM6 [11]        | PWM6 [10]        | PWM6 [9]        | PWM6 [8]        |
| PWM6_12_L                       | 162 (0xA2) | PWM6 [7]        | PWM6 [6]         | PWM6 [5]         | PWM6 [4]         | PWM6 [3]         | PWM6 [2]         | PWM6 [1]        | PWM6 [0]        |
| PWM7_12_H                       | 163 (0xA3) | -               | -                | -                | -                | PWM7 [11]        | PWM7 [10]        | PWM7 [9]        | PWM7 [8]        |
| PWM7_12_L                       | 164 (0xA4) | PWM7 [7]        | PWM7 [6]         | PWM7 [5]         | PWM7 [4]         | PWM7 [3]         | PWM7 [2]         | PWM7 [1]        | PWM7 [0]        |
| PWM_12_DIV                      | 165 (0xA5) | -               | -                | -                | -                | PWM_12 DIV[3]    | PWM_12 DIV[2]    | PWM_12 DIV[1]   | PWM_12 DIV[0]   |
| TRIGGER_LEVEL                   | 200 (0xC8) | LEVEL [7]       | LEVEL [6]        | LEVEL [5]        | LEVEL [4]        | LEVEL [3]        | LEVEL [2]        | LEVEL [1]       | LEVEL [0]       |
| TRIGGER_REG                     | 201 (0xC9) | HYST [3]        | HYST [2]         | HYST [1]         | HYST [0]         | PEAK_M ODE       | EXT TRIGGER      | TRIGGER MODE    | TRIGGER POL     |
| TRIGGER_ADDR_H                  | 202 (0xCA) | -               | TRIGGER_ADDR[14] | TRIGGER_ADDR[13] | TRIGGER_ADDR[12] | TRIGGER_ADDR[11] | TRIGGER_ADDR[10] | TRIGGER_ADDR[9] | TRIGGER_ADDR[8] |
| TRIGGER_ADDR_L                  | 203 (0xCB) | TRIGGER_ADDR[7] | TRIGGER_ADDR[6]  | TRIGGER_ADDR[5]  | TRIGGER_ADDR[4]  | TRIGGER_ADDR[3]  | TRIGGER_ADDR[2]  | TRIGGER_ADDR[1] | TRIGGER_ADDR[0] |
| TIME_DIV_2                      | 204 (0xCC) | TIME_DIV [23]   | TIME_DIV [22]    | TIME_DIV [21]    | TIME_DIV [20]    | TIME_DIV [19]    | TIME_DIV [18]    | TIME_DIV [17]   | TIME_DIV [16]   |
| TIME_DIV_1                      | 205 (0xCD) | TIME_DIV [15]   | TIME_DIV [14]    | TIME_DIV [13]    | TIME_DIV [12]    | TIME_DIV [11]    | TIME_DIV [10]    | TIME_DIV [9]    | TIME_DIV [8]    |
| TIME_DIV_0                      | 206 (0xCE) | TIME_DIV [7]    | TIME_DIV [6]     | TIME_DIV [5]     | TIME_DIV [4]     | TIME_DIV [3]     | TIME_DIV [2]     | TIME_DIV [1]    | TIME_DIV [0]    |
| SAMPLE_LEN_H                    | 207 (0xCF) | SAMPLE_LEN [15] | SAMPLE_LEN [14]  | SAMPLE_LEN [13]  | SAMPLE_LEN [12]  | SAMPLE_LEN [11]  | SAMPLE_LEN [10]  | SAMPLE_LEN [9]  | SAMPLE_LEN [8]  |
| SAMPLE_LEN_L                    | 208 (0xD0) | SAMPLE_LEN [7]  | SAMPLE_LEN [6]   | SAMPLE_LEN [5]   | SAMPLE_LEN [4]   | SAMPLE_LEN [3]   | SAMPLE_LEN [2]   | SAMPLE_LEN [1]  | SAMPLE_LEN [0]  |
| SCOPE_STATUS<br>( írás esetén ) | 209 (0xD1) | -               | SCOPE_IRQ_EN     | DIG_MODE         | STOP             | WRITE_MODE       | WRITE_EN         | SAMPLE_CT_EN    | TRIGGER_EN      |
| SCOPE_STATUS<br>( olvasáskor )  | 209 (0xD1) | SCOPE_IRQ       | SCOPE_IRQ_EN     | DIG_MODE         | STOP             | WRITE_MODE       | WRITE_GATE       | SAMPLE_GATE     | START           |
| SCOPE_W_ADDR_H                  | 210 (0xD2) | -               | A14              | A13              | A12              | A11              | A10              | A9              | A8              |
| SCOPE_W_ADDR_L                  | 211 (0xD3) | A7              | A6               | A5               | A4               | A3               | A2               | A1              | A0              |
| DIG_MASK                        | 212 (0xD4) | DIG_MASK [7]    | DIG_MASK [6]     | DIG_MASK [5]     | DIG_MASK [4]     | DIG_MASK [3]     | DIG_MASK [2]     | DIG_MASK [1]    | DIG_MASK [0]    |
| SCOPE_IRQ_ACK                   | 213 (0xD5) | -               | -                | -                | -                | -                | -                | -               | -               |
| Addr_Auto_INC                   | 250 (0xFA) | A_SIG           | A_INC [6]        | A_INC [5]        | A_INC [4]        | A_INC [3]        | A_INC [2]        | A_INC [1]       | A_INC [0]       |
| Setup_reg                       | 255 (0xFF) | SCapture_Start  | ADC_SEQ          | Refresh [4]      | Refresh [3]      | Refresh [2]      | Refresh [1]      | Refresh [0]     | RAM_Pri         |

Az RS bemenet határozza meg, hogy az index regisztert vagy az általa megcímezett egyéb belső adatregisztereket lehet írni vagy olvasni. Az RS logikai „H” szintje az indexregisztert „L” szintje pedig az adatregisztereket teszi elérhetővé.

Az adatbevitel egyszerűbb és gyorsabb beírása érdekében az index regiszter bizonyos esetekben automatikusan léptetődik.

Például BASIC-be így lehet pontot rajzolni közvetlen regiszter címzéssel és az automatikus index regiszter léptetés felhasználásával:

```
'Beállítja az RS értékét és ír az adatbuszra
Declare Sub Write_Reg( RS_pin, Adat_ )

` Regiszter névhez rendelt értékek megadása
Const GPU_Function_reg = 30
  bit[7:4] Function_select
  |
  | 0 Pont
  | 1 Vonal
  | 2 Kor
  | 3 Blokk
  bit[3:0] Pixel_write_mode
  |
  | 0 Normal
  | 1 Overwrite
  | 2 OR
  | 3 XOR
  | 4 AND
  | 5 INVERZ
  | 6 Bright DEC
  | 7 Bright INC

Const LCD_X_Hi_reg = 31 `1 bit
Const LCD_X_Lo_Reg = 32 `8 bit
Const LCD_Y_Reg = 33 `8 bit
Const LCD_X1_H_reg = 34 `1 bit
Const LCD_X1_L_Reg = 35 `8 bit
Const LCD_Y1_Reg = 36 `8 bit
Const LCD_Plot_Data_reg = 37
  b7 b6 b5 b4 b3 b2 b1 b0
  | | | | | | | |
  | | | | | | | | \-> pixel_bright[0]
  | | | | | | | | \-----> pixel_bright[1]
  | | | | | | | | \-----> sprite_pixel_attr 0=atlatszo, 1 nem atlatszo
  | | | | | | | | \-----> layer_select[0]
  | | | | | | | | \-----> layer_select[1]
  | | | | | | | | \-----> layer_select[2]
  | | | | | | | | \-----> sprite_attr_en
  | | | | | | | | \-----> point_start          plot_point_ready RO

*****
` Pont rajzolás az 1. grafikus lapra maximális fényerővel 100,100 koordinátákra
` közvetlen címzéssel

Write_Reg 1, GPU_Function_Reg `Index_reg = 30
Write_Reg 0, 0 `GPU Pont rajzolás funkció, ( Index_reg = Index_reg + 1 )
Write_Reg 1, LCD_X_H_reg `Index_reg = 31
Write_Reg 0, 0 `Pont X koordináta legfelső bit, ( Index_reg = Index_reg + 1 )
Write_Reg 1, LCD_X_L_reg `Index_reg = 32
Write_Reg 0, 100 `Pont X koordináta alsó 8 bit, ( Index_reg = Index_reg + 1 )
Write_Reg 1, LCD_Y_reg `Index_reg = 33
Write_Reg 0, 100 `Pont Y koordináta, ( Index_reg = 37 )
Write_Reg 1, LCD_Plot_data_reg `Index_reg = 37
Write_Reg 0, &B10001011 `Pont rajzolás indítás

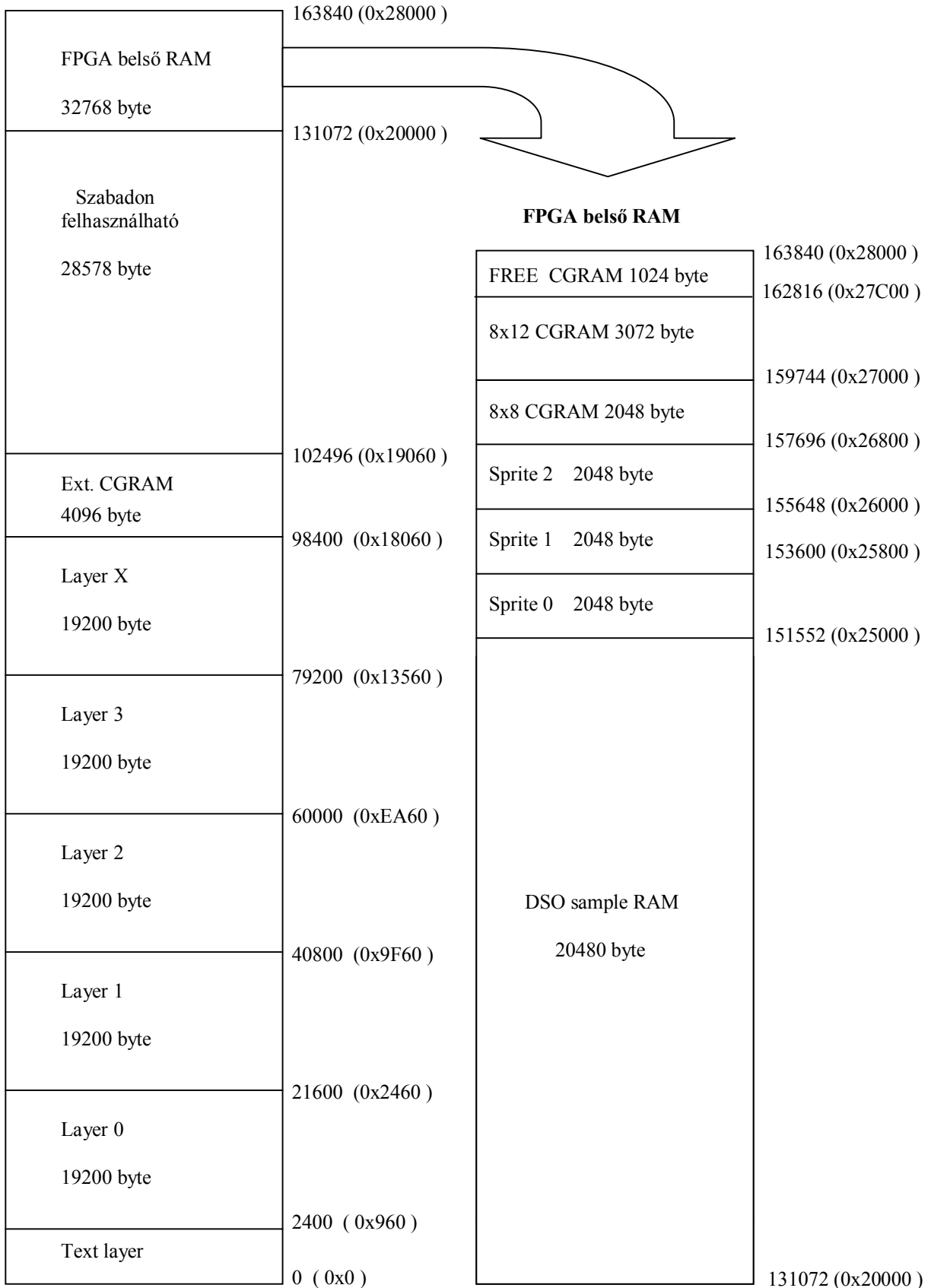
*****
` Pont rajzolás az 1. grafikus lapra maximális fényerővel 100,100 koordinátákra
` kihasználva az automatikus index regiszter léptetést.

Write_Reg 1, GPU_Function_Reg `Index regiszter = 30
Write_Reg 0, 0 `GPU Pont rajzolás funkció, ( Index_reg = Index_reg + 1 )
Write_Reg 0, 0 `Pont X koordináta legfelső bit, ( Index_reg = Index_reg + 1 )
Write_Reg 0, 100 `Pont X koordináta alsó 8 bit, ( Index_reg = Index_reg + 1 )
Write_Reg 0, 100 `Pont Y koordináta, ( Index_reg = 37 )
Write_Reg 0, &B10001011 `Pont rajzolás indítás
```

A fenti példából jól látszik, hogy az adatbevitel során az index regiszter értéke automatikusan növekszik és az Y koordináta beadása után pedig 37 lesz. Így az X1 és az Y1 regisztereket átugorva rögtön a pont rajzolás adatregiszterét címzi meg. Tehát feleslegesen nem kell minden paraméter beírása után beállítani.

Ez a módszer közel duplájára növeli az adatbeviteli sebességet és egyszerűsíti is a programot.

# RAM felosztás



**RAM\_A17\_A16 -** RAM cím.  
 Közvetlen RAM írás vagy olvasás funkcionál ezekkel lehet a RAM-ot címezni.

| Bit                                | 7 | 6 | 5 | 4    | 3 | 2 | 1          | 0   |
|------------------------------------|---|---|---|------|---|---|------------|-----|
| Regiszter 0 ( 0x00 )               | - | - | - | -    | - | - | A17        | A16 |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)          |   |   |   |      |   |   | R/W        | R/W |
| RESET utáni alapérték              | 0 | 0 | 0 | 0    | 0 | 0 | 0          | 0   |
| Index regiszter tartalma írás után |   | 1 |   | 0x01 |   |   | RAM_A15_A8 |     |

**RAM\_A15\_A8 -** RAM cím.  
 Közvetlen RAM írás vagy olvasás funkcionál ezekkel lehet a RAM-ot címezni.

| Bit                                | 7   | 6   | 5   | 4    | 3   | 2   | 1         | 0   |
|------------------------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----------|-----|
| Regiszter 1 ( 0x01 )               | A15 | A14 | A13 | A12  | A11 | A10 | A9        | A8  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)          | R/W | R/W | R/W | R/W  | R/W | R/W | R/W       | R/W |
| RESET utáni alapérték              | 0   | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0         | 0   |
| Index regiszter tartalma írás után |     | 2   |     | 0x02 |     |     | RAM_A7_A0 |     |

**RAM\_A7\_A0 -** RAM cím.  
 Közvetlen RAM írás vagy olvasás funkcionál ezekkel lehet a RAM-ot címezni.

| Bit                                | 7   | 6   | 5   | 4    | 3   | 2   | 1        | 0   |
|------------------------------------|-----|-----|-----|------|-----|-----|----------|-----|
| Regiszter 2 ( 0x02 )               | A7  | A6  | A5  | A4   | A3  | A2  | A1       | A0  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)          | R/W | R/W | R/W | R/W  | R/W | R/W | R/W      | R/W |
| RESET utáni alapérték              | 0   | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0        | 0   |
| Index regiszter tartalma írás után |     | 3   |     | 0x03 |     |     | RAM_Data |     |



**LCD\_Enable** - Engedélyezi vagy tiltja a megjeleníthető lapokat vagy az egész kijelzést, illetve az inverz megjelenítést is ebben lehet beállítani. A megjelenítésnél prioritási sorrend van amelynek akkor van jelentősége, ha valamelyik lap maszk üzemmódba van beállítva azért hogy a prioritásban alatta lévő lapokat eltakarja.

A prioritási sorrend a következő:

| Prioritás      |            |
|----------------|------------|
| Magas pri. 1   | Sprite2    |
| 2              | Sprite1    |
| 3              | Sprite0    |
| 4              | Layer3     |
| 5              | Layer2     |
| 6              | Text layer |
| 7              | Layer1     |
| Alacsony pri.8 | Layer0     |

| Bit                       | 7       | 6       | 5 | 4      | 3      | 2      | 1      | 0    |
|---------------------------|---------|---------|---|--------|--------|--------|--------|------|
| Regiszter 4 ( 0x04 )      | LCD_OFF | Inverse | - | Layer3 | Layer2 | Layer1 | Layer0 | Text |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W     | R/W     |   | R/W    | R/W    | R/W    | R/W    | R/W  |
| RESET utáni alapérték     | 0       | 0       | 0 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0    |

- **Bit 0 – Text** : Karakteres lap 0=tiltás, 1=engedélyezés
- **Bit 1 – Layer0** : 0. grafikus lap 0=tiltás, 1=engedélyezés
- **Bit 2 – Layer1** : 1. grafikus lap 0=tiltás, 1=engedélyezés
- **Bit 3 – Layer2** : 2. grafikus lap 0=tiltás, 1=engedélyezés
- **Bit 4 – Layer3** : 3. grafikus lap 0=tiltás, 1=engedélyezés
- **Bit 5 – nincs használva**
- **Bit 6 – Inverse** : Inverz megjelenítés 0=normál, 1=inverz
- **Bit 7 – LCD\_OFF** : Az LCD\_DISP\_OFF kivezetés értékét állítja be.

RESET-re vagy Az FPGA inicializálása során egy belső lehúzó ellenállás mindig logikai „L” szintre kapcsolja, így az LCD nem károsodhat, amíg az egyéb vezérlőjelek nem aktívak.

**GBlink\_Rate** - A grafikus lapok villogásának ütemét határozza meg.

| Bit                       | 7 | 6 | 5 | 4 | 3               | 2               | 1               | 0               |
|---------------------------|---|---|---|---|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Regiszter 5 ( 0x05 )      | - | - | - | - | GBlink_Rate [3] | GBlink_Rate [2] | GBlink_Rate [1] | GBlink_Rate [0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | - | - | - | - | R/W             | R/W             | R/W             | R/W             |
| RESET utáni alapérték     | - | - | - | - | 0               | 0               | 0               | 0               |

**Layer0\_Mode** – 0. grafikus lap tulajdonságait határozza meg

| Bit                       | 7 | 6 | 5 | 4         | 3        | 2          | 1                   | 0                   |
|---------------------------|---|---|---|-----------|----------|------------|---------------------|---------------------|
| Regiszter<br>6 ( 0x06 )   | - | - | - | Blink_Inv | Blink_en | Layer_mode | Layer_bright<br>[1] | Layer_bright<br>[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) |   |   |   |           |          | R/W        | R/W                 | R/W                 |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0 | 0 | 0 | 0         | 0        | 1          | 1                   | 1                   |

- **Bit 0 - Layer\_bright[0]:** 1bit/pixel módban az aktív pixelek fényereje
- **Bit 1 - Layer\_bright[1]:** 1bit/pixel módban az aktív pixelek fényereje

| Layer_bright[1] | Layer_bright[0] |                   |
|-----------------|-----------------|-------------------|
| 0               | 0               | Nincs megjelentés |
| 0               | 1               | 1/3 fényerő       |
| 1               | 0               | 2/3 fényerő       |
| 1               | 1               | Maximális fényerő |

- **Bit 2 - Layer\_mode:** 0 = 1bit/pixel, 1 = 2bit/pixel mód
- **Bit 3 - Blink\_En** : villogás engedélyezés/tiltás
- **Bit 4 - Blink\_Inv** : ellenütemű villogás engedélyezés/tiltás
- **Bit 7...5** : Nincs használva

**Layer0\_Start\_H** – 0. grafikus lap kezdőcíme a memóriában. Ténylegesen csak a Layer0\_Start\_L írása után veszi tudomásul a vezérlő.

| Bit                                   | 7   | 6   | 5    | 4   | 3   | 2              | 1   | 0   |
|---------------------------------------|-----|-----|------|-----|-----|----------------|-----|-----|
| Regiszter<br>7 ( 0x07 )               | A16 | A15 | A14  | A13 | A12 | A11            | A10 | A9  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | R/W | R/W | R/W  | R/W | R/W | R/W            | R/W | R/W |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 1              | 0   | 0   |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 8   |     | 0x08 |     |     | Layer0_Start_L |     |     |

**Layer0\_Start\_L** – 0. grafikus lap kezdőcíme a memóriában. Csak páros címen kezdődhet, ezért az A0 nem állítható és az mindig 0 értékű. Az itt beállított cím mindig csak az LCD terítés kezdetén a FRAME kivezetéssel szinkronban kerül módosításra.

| Bit                       | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Regiszter<br>8 ( 0x08 )   | A8  | A7  | A6  | A5  | A4  | A3  | A2  | A1  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| RESET utáni<br>alapérték  | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   |

Layer0 start cím : 2400 ( 0x960 )

## Layer1\_Mode – 1. grafikus lap tulajdonságait határozza meg

| Bit                       | 7 | 6 | 5       | 4         | 3        | 2          | 1                | 0                |
|---------------------------|---|---|---------|-----------|----------|------------|------------------|------------------|
| Regiszter<br>9 ( 0x09 )   | - | - | Mask_En | Blink_Inv | Blink_en | Layer_mode | Layer_bright [1] | Layer_bright [0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) |   |   |         |           |          | R/W        | R/W              | R/W              |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0 | 0 | 0       | 0         | 0        | 1          | 1                | 1                |

- **Bit 0 - Layer\_bright[0]:** 1bit/pixel módban az aktív pixelek fényereje
- **Bit 1 - Layer\_bright[1]:** 1bit/pixel módban az aktív pixelek fényereje

| Layer_bright[1] | Layer_bright[0] |                   |
|-----------------|-----------------|-------------------|
| 0               | 0               | Nincs megjelentés |
| 0               | 1               | 1/3 fényerő       |
| 1               | 0               | 2/3 fényerő       |
| 1               | 1               | Maximális fényerő |

- **Bit 2 - Layer\_mode** : 0 = 1bit/pixel, 1 = 2bit/pixel mód
- **Bit 3 - Blink\_En** : villogás engedélyezés/tiltás
- **Bit 4 - Blink\_Inv** : ellenütemű villogás engedélyezés/tiltás
- **Bit 5 - Mask\_En** : Ha 1 akkor 1bit/pixel üzemmódban a lapot maszk módba kapcsolja
- **Bit 7...6** : Nincs használva

## Layer1\_Start\_H – 1. grafikus lap kezdőcíme a memóriában. Ténylegesen csak a Layer1\_Start\_L írása után veszi tudomásul a vezérlő.

| Bit                                   | 7   | 6   | 5    | 4   | 3   | 2              | 1   | 0   |
|---------------------------------------|-----|-----|------|-----|-----|----------------|-----|-----|
| Regiszter<br>10 ( 0x0A )              | A16 | A15 | A14  | A13 | A12 | A11            | A10 | A9  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | R/W | R/W | R/W  | R/W | R/W | R/W            | R/W | R/W |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0   | 0   | 1    | 0   | 1   | 0              | 1   | 0   |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 11  |     | 0x0B |     |     | Layer1_Start_L |     |     |

## Layer1\_Start\_L – 1. grafikus lap kezdőcíme a memóriában. Csak páros címen kezdődhet, ezért az A0 nem állítható és az mindig 0 értékű. Az itt beállított cím mindig csak az LCD terítés kezdetén a FRAME kivezetéssel szinkronban kerül módosításra.

| Bit                       | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Regiszter<br>11 ( 0x0B )  | A8  | A7  | A6  | A5  | A4  | A3  | A2  | A1  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   |

Layer1 reset utáni start cím : 21600 ( 0x5460 )



## Layer2\_Mode – 2. grafikus lap tulajdonságait határozza meg

| Bit                       | 7 | 6 | 5       | 4         | 3        | 2          | 1                | 0                |
|---------------------------|---|---|---------|-----------|----------|------------|------------------|------------------|
| Regiszter<br>12 ( 0x0C )  | - | - | Mask_En | Blink_Inv | Blink_en | Layer_mode | Layer_bright [1] | Layer_bright [0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) |   |   |         |           |          | R/W        | R/W              | R/W              |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0 | 0 | 0       | 0         | 0        | 1          | 1                | 1                |

- **Bit 0 - Layer\_bright[0]:** 1bit/pixel módban az aktív pixelek fényereje
- **Bit 1 - Layer\_bright[1]:** 1bit/pixel módban az aktív pixelek fényereje

| Layer_bright[1] | Layer_bright[0] |                   |
|-----------------|-----------------|-------------------|
| 0               | 0               | Nincs megjelentés |
| 0               | 1               | 1/3 fényerő       |
| 1               | 0               | 2/3 fényerő       |
| 1               | 1               | Maximális fényerő |

- **Bit 2 - Layer\_mode:** 0 = 1bit/pixel, 1 = 2bit/pixel mód
- **Bit 3 - Blink\_En** : villogás engedélyezés/tiltás
- **Bit 4 - Blink\_Inv** : ellenütemű villogás engedélyezés/tiltás
- **Bit 5 - Mask\_En** : Ha 1 akkor 1bit/pixel üzemmódban a lapot maszk módba kapcsolja
- **Bit 7...6** : Nincs használva

## Layer2\_Start\_H – 2. grafikus lap kezdőcíme a memóriában. Ténylegesen csak a Layer2\_Start\_L írása után veszi tudomásul a vezérlő.

| Bit                                   | 7   | 6   | 5    | 4   | 3   | 2              | 1   | 0   |
|---------------------------------------|-----|-----|------|-----|-----|----------------|-----|-----|
| Regiszter<br>13 ( 0x0D )              | A16 | A15 | A14  | A13 | A12 | A11            | A10 | A9  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | R/W | R/W | R/W  | R/W | R/W | R/W            | R/W | R/W |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0   | 1   | 0    | 0   | 1   | 1              | 1   | 1   |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 14  |     | 0x0E |     |     | Layer2_Start_L |     |     |

## Layer2\_Start\_L – 2. grafikus lap kezdőcíme a memóriában. Csak páros címen kezdődhet, ezért az A0 nem állítható és az mindig 0 értékű. Az itt beállított cím mindig csak az LCD terítés kezdetén a FRAME kivezetéssel szinkronban kerül módosításra.

| Bit                       | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Regiszter<br>14 ( 0x0E )  | A8  | A7  | A6  | A5  | A4  | A3  | A2  | A1  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| RESET utáni<br>alapérték  | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   |

Layer2 reset utáni start cím : 40800 ( 0x9F60 )

### Layer3\_Mode – 3. grafikus lap tulajdonságait határozza meg

| Bit                       | 7 | 6 | 5       | 4         | 3        | 2          | 1                | 0                |
|---------------------------|---|---|---------|-----------|----------|------------|------------------|------------------|
| Regiszter<br>15 (0x0F)    | - | - | Mask_En | Blink_Inv | Blink_en | Layer_mode | Layer_bright [1] | Layer_bright [0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) |   |   |         |           |          | R/W        | R/W              | R/W              |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0 | 0 | 0       | 0         | 0        | 1          | 1                | 1                |

- **Bit 0 - Layer\_bright[0]:** 1bit/pixel módban az aktív pixelek fényereje
- **Bit 1 - Layer\_bright[1]:** 1bit/pixel módban az aktív pixelek fényereje

| Layer_bright[1] | Layer_bright[0] |                   |
|-----------------|-----------------|-------------------|
| 0               | 0               | Nincs megjelentés |
| 0               | 1               | 1/3 fényerő       |
| 1               | 0               | 2/3 fényerő       |
| 1               | 1               | Maximális fényerő |

- **Bit 2 - Layer\_mode** : 0 = 1bit/pixel, 1 = 2bit/pixel mód
- **Bit 3 - Blink\_En** : villogás engedélyezés/tiltás
- **Bit 4 - Blink\_Inv** : ellenütemű villogás engedélyezés/tiltás
- **Bit 5 - Mask\_En** : Ha 1 akkor 1bit/pixel üzemmódban a lapot maszk módba kapcsolja
- **Bit 7...6** : Nincs használva

### Layer3\_Start\_H – 3. grafikus lap kezdőcíme a memóriában. Ténylegesen csak a Layer3\_Start\_L írása után veszi tudomásul a vezérlő.

| Bit                                   | 7   | 6   | 5    | 4   | 3   | 2              | 1   | 0   |
|---------------------------------------|-----|-----|------|-----|-----|----------------|-----|-----|
| Regiszter<br>16 (0x10)                | A16 | A15 | A14  | A13 | A12 | A11            | A10 | A9  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | R/W | R/W | R/W  | R/W | R/W | R/W            | R/W | R/W |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0   | 1   | 1    | 1   | 0   | 1              | 0   | 1   |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 17  |     | 0x11 |     |     | Layer3_Start_L |     |     |

### Layer3\_Start\_L – 3. grafikus lap kezdőcíme a memóriában. Csak páros címen kezdődhet, ezért az A0 nem állítható és az mindig 0 értékű. Az itt beállított cím mindig csak az LCD terítés kezdetén a FRAME kivezetéssel szinkronban kerül módosításra.

| Bit                       | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Regiszter<br>17 (0x11)    | A8  | A7  | A6  | A5  | A4  | A3  | A2  | A1  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   |

Layer3 reset utáni start cím : 60000 ( 0xEA60 )

**LayerX\_Mode** – X. grafikus lap tulajdonságait határozza meg. Ez egy virtuális grafikus lap, ami azt jelenti, hogy nem lehet megjeleníteni, de minden grafikus művelet elvégezhető rajta. Akkor van jelentősége, ha minden grafikus lap aktív és egy rajz vagy valamilyen blokk művelet végeredményét nem azonnal szeretnénk látni. Így egy bonyolult ábra vagy az azon több lépésben elvégzendő művelet igényli hogy nem legyen látható.

| Bit                       | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2          | 1                   | 0                   |
|---------------------------|---|---|---|---|---|------------|---------------------|---------------------|
| Regiszter<br>18 ( 0x12 )  | - | - | - | - | - | Layer_mode | Layer_bright<br>[1] | Layer_bright<br>[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) |   |   |   |   |   | R/W        | R/W                 | R/W                 |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1          | 1                   | 1                   |

- **Bit 0 - Layer\_bright[0]:** 1bit/pixel módban az aktív pixelek fényereje
- **Bit 1 - Layer\_bright[1]:** 1bit/pixel módban az aktív pixelek fényereje

| Layer_bright[1] | Layer_bright[0] |                   |
|-----------------|-----------------|-------------------|
| 0               | 0               | Nincs megjelentés |
| 0               | 1               | 1/3 fényerő       |
| 1               | 0               | 2/3 fényerő       |
| 1               | 1               | Maximális fényerő |

- **Bit 2 - Layer\_mode:** 0 = 1bit/pixel, 1 = 2bit/pixel mód
- **Bit 7...3** : Nincs használva

**LayerX\_Start\_H** – X. grafikus lap kezdőcíme a memóriában.

| Bit                                   | 7   | 6   | 5    | 4   | 3   | 2              | 1   | 0   |
|---------------------------------------|-----|-----|------|-----|-----|----------------|-----|-----|
| Regiszter<br>19 ( 0x13 )              | A16 | A15 | A14  | A13 | A12 | A11            | A10 | A9  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | R/W | R/W | R/W  | R/W | R/W | R/W            | R/W | R/W |
| RESET utáni<br>alapérték              | 1   | 0   | 0    | 1   | 1   | 0              | 1   | 0   |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 20  |     | 0x14 |     |     | LayerX_Start_L |     |     |

**LayerX\_Start\_L** – X. grafikus lap kezdőcíme a memóriában. Csak páros címen kezdődhet, ezért az A0 nem állítható és az mindig 0 értékű.

| Bit                       | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Regiszter<br>20 ( 0x14 )  | A8  | A7  | A6  | A5  | A4  | A3  | A2  | A1  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| RESET utáni<br>alapérték  | 1   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   |

LayerX reset utáni start cím : 79200 ( 0x13560 )

## Text\_Mode – Karakteres lap tulajdonságait határozza meg

| Bit                       | 7             | 6             | 5             | 4             | 3            | 2            | 1            | 0             |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Regiszter<br>21 (0x15)    | Blink_rate[3] | Blink_rate[2] | Blink_rate[1] | Blink_rate[0] | Char_size[2] | Char_size[1] | Char_size[0] | Char_gen_size |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W          | R/W          | R/W          | R/W           |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0             | 0             | 0             | 0             | 0            | 0            | 0            | 0             |

- **Bit 0 - Char\_gen\_size:** A karakter generátorban eltárolt karakterek mérete. 0 = 8x8 pont , 1 = 8x12 pont
- **Bit 1 - Char\_size[0]:** Karakter magassága
- **Bit 2 - Char\_size[1]:** Karakter magassága
- **Bit 3 - Char\_size[2]:** Karakter magassága

Amennyiben a karakter magasság nem egyezik meg a karakter generátorban beállított értékkel, akkor a megjelenítéskor levágja a karakterek alját vagy üres sorokkal egészíti ki.

| Char_size[2] | Char_size[1] | Char_size[0] | Karakter magasság<br>pixelben |
|--------------|--------------|--------------|-------------------------------|
| 0            | 0            | 0            | 8                             |
| 0            | 0            | 1            | 9                             |
| 0            | 1            | 0            | 10                            |
| 0            | 1            | 1            | 11                            |
| 1            | 0            | 0            | 12                            |
| 1            | 0            | 1            | 13                            |
| 1            | 1            | 0            | 14                            |
| 1            | 1            | 1            | 15                            |

- **Bit 4 - Blink\_rate[0]:** Karakter villogás gyorsaság
- **Bit 5 - Blink\_rate[1]:** Karakter villogás gyorsaság
- **Bit 6 - Blink\_rate[2]:** Karakter villogás gyorsaság
- **Bit 7 - Blink\_rate[3]:** Karakter villogás gyorsaság

Ha a karakter attributum byte-ban engedélyezve van a villogás, akkor a „Blink\_rate” bitekkel 0 és 15 közötti értéknek megfelelő ütemben fog villogni. 0 a leggyorsabb 15 a leglassabb ütem.

$$\text{Villogási sebesség} = \text{LCD frissítési frekvencia} / ( 16 + ( 16 * \text{Blink\_rate} ) )$$

72Hz-es LCD frissítés esetén ha a Blink\_rate = 7, akkor a következő módon számolható a villogási sebesség: **Villogási sebesség = 72Hz / ( 16 + ( 16 \* 7 ) ) = 0.56 Hz**  
( A frissítés frekvencia a 255 ( 0xFF ) címen lévő SETUP regiszterben állítható. )

**Text\_Start\_H** – Karakteres lap kezdőcíme a memóriában. Ténylegesen csak a Text\_Start\_L írása után veszi tudomásul a vezérlő.

| Bit                                   | 7   | 6   | 5    | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------------------------------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Regiszter<br>22 (0x16)                | A16 | A15 | A14  | A13 | A12 | A11 | A10 | A9  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | R/W | R/W | R/W  | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0   | 0   | 0    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 23  |     | 0x17 |     |     |     |     |     |

**Text\_Start\_L** – Karakteres lap kezdőcíme a memóriában. Csak páros címen kezdődhet, ezért az A0 nem állítható és az mindig 0 értékű. Az itt beállított cím mindig csak az LCD terítés kezdetén a FRAME kivezetéssel szinkronban kerül módosításra.

Text layer reset utáni start cím: 0 (0x0)

| Bit                       | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Regiszter<br>23 (0x17)    | A8  | A7  | A6  | A5  | A4  | A3  | A2  | A1  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |

**Ext\_CGRAM\_Start\_H** – Külső karaktergenerátor kezdőcíme a memóriában.

| Bit                                   | 7   | 6   | 5    | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------------------------------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Regiszter<br>24 (0x18)                | A16 | A15 | A14  | A13 | A12 | A11 | A10 | A9  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | R/W | R/W | R/W  | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| RESET utáni<br>alapérték              | 1   | 1   | 0    | 0   | 0   | 0   | 0   | 0   |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 25  |     | 0x19 |     |     |     |     |     |

**Ext\_CGRAM\_Start\_L** – Külső karaktergenerátor kezdőcíme a memóriában. Csak páros címen kezdődhet, ezért az A0 nem állítható és az mindig 0 értékű.

| Bit                       | 7   | 6   | 5   | 4   | 3   | 2   | 1   | 0   |
|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Regiszter<br>25 (0x19)    | A8  | A7  | A6  | A5  | A4  | A3  | A2  | A1  |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W | R/W |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0   | 0   | 1   | 1   | 0   | 0   | 0   | 0   |

Ext CGRAM reset utáni start cím: 98400 (0x18060)





## **GPU regiszterek:**

Az LCD vezérlő panel 2D-s grafikus processzort is tartalmaz, ami sok feladat gyors és egyszerű elvégzését teszi lehetővé.

A **GPU\_Function** regiszter beállítása után minden egyes paraméter értékadását követően az indexregiszter a kiválasztott funkciótól függően automatikusan változik. Így nem kell foglalkozni azzal, hogy a felesleges paramétereket átugorva állítgatni kelljen az indexregisztert. Csak azt kell tudni, hogy hány darab paraméter kell és azokat egymás után az adatbuszra írva gyorsan indítható a kívánt grafikus funkció.

A GPU funkciók mindegyike pixel szintű logikai műveleteket is támogat akár a grafikus lapokra akár a sprite-okra vonatkozóan is.

### **PLOT / POINT funkció. ( pixel rajzolás / pixel olvasás )**

Közvetlenül lehet írni/olvasni az egyes pixeleket.

### **LINE funkció.**

A megadott két végpont koordinátái között egyenest rajzol.

A rajzolás végén a végpont koordinátáit automatikusan beírja a kezdőpont koordinátáinak a helyére. Így a végpontból kiinduló újabb egyenes rajzolásánál csak az új egyenes végpontját kell megadni.

### **CIRCLE funkció.**

A megadott koordinátára kört rajzol. A kör sugara mellett korlátozott mértékben lehetőség van kör ív rajzolására is.

### **BLOCK funkció ( BLITTER ).**

Ez az legbonyolultabb, de egyben a legsokoldalúbb funkciója a GPU-nak.

A különböző grafikus lapok között a megadott méretű blokkok pixelenként történő mozgatását, másolását, kitöltését, forgatását, tükrözését stb. lehet vele elvégezni.

Gyors képernyő scroll, grafikus karakter kiírás vagy a 3db hardware sprite mellett további software-es sprite-ok is létrehozható a segítségével.

Az különböző 1bit/pixel és a 2bit/pixel módban lévő lapok közötti műveletek is támogatottak.



**GPU\_Function** – Grafikus processzor funkciójának a kiválasztását és a logikai műveletek kiválasztására szolgál.

| Bit                                   | 7                      | 6                      | 5                      | 4                      | 3                       | 2                       | 1                       | 0                       |
|---------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Regiszter<br>30 ( 0x1E )              | Function_<br>select[3] | Function_<br>select[2] | Function_<br>select[1] | Function_<br>select[0] | Pixel_Write<br>_Mode[3] | Pixel_Write<br>_Mode[2] | Pixel_Write<br>_Mode[1] | Pixel_Write<br>_Mode[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | R/W                    | R/W                    | R/W                    | R/W                    | R/W                     | R/W                     | R/W                     | R/W                     |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0                      | 0                      | 0                      | 0                      | 0                       | 0                       | 0                       | 0                       |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 31                     |                        | 0x1F                   |                        |                         | X_Hi                    |                         |                         |

### • Bit 0...4 – Pixel\_Write\_Mode:

Minden egyes kirajzolandó pixelt úgy ír a koordinátákra hogy az adott koordinátán lévő pixellel az itt beállított logikai műveletet elvégzi.

Ez pontosabban azt jelenti, hogy a logikai művelet egyik paramétere a kirajzolandó pixel fényereje, a másik pedig az adott koordinátán lévő pixel fényerő értéke.

**Egyes esetekben csak 1 paraméter van értelmezve.**

**Pl.: OVERWRITE, INVERZ mód**

- 0 = **NORMAL** mód. Ha a kirajzolandó pixel fényereje nagyobb mint az adott ponton lévőé akkor az felülírja, egyébként nem változtatja meg.
- 1 = **OVERWRITE** mód. A koordinátákon lévő pontot annak fényerejétől függetlenül felülírja.
- 2 = **OR** mód. Logikai **vagy** kapcsolat a koordinátán lévő pixellel.
- 3 = **XOR** mód. Logikai **kizáró vagy** kapcsolat.
- 4 = **AND** mód. Logikai **és** kapcsolat.
- 5 = **INVERZ** mód. A pixel fényerő értékét invertálja.
- 6 = **Bright\_DEC** mód. A pixel fényerejét 1 értékkel kisebbre állítja.
- 7 = **Bright\_INC** mód. A pixel fényerejét 1 értékkel nagyobbra állítja.

### • Bit 0...4 – Function\_Select:

A grafikai funkció kiválasztását teszi lehetővé.

- 0 = **PIXEL** funkció. Pixel írást vagy pixel olvasást teszi lehetővé.
- 1 = **LINE** funkció. Egyenest rajzolás.
- 2 = **CIRCLE** funkció. Kör rajzolás
- 3 = **BLOCK** funkció. Blokk másolás, mozgatás, kitöltés stb.

**X\_H** – X koordináta legfelső bit. Az X értéke 0...319 lehet emiatt 1 byte nem elegendő a tárolására.

| Bit                                   | 7  | 6 | 5    | 4 | 3 | 2 | 1   | 0    |
|---------------------------------------|----|---|------|---|---|---|-----|------|
| Regiszter 31 (0x1F)                   | 0  | 0 | 0    | 0 | 0 | 0 | 0   | X[8] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | -  | - | -    | - | - | - | -   | R/W  |
| RESET utáni alapérték                 | 0  | 0 | 0    | 0 | 0 | 0 | 0   | 0    |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 32 |   | 0x20 |   |   |   | X_L |      |

**X\_L** – X koordináta alsó byte.

| Bit                                   | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter 32 (0x20)                   | X[7] | X[6] | X[5] | X[4] | X[3] | X[2] | X[1] | X[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  |
| RESET utáni alapérték                 | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 33   |      | 0x21 |      |      |      | Y    |      |

**Y** – Y koordináta. Az Y értéke 0...219 lehet.

| Bit   | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1           | 0    |
|---|------|------|------|------|------|------|-------------|------|
| Regiszter 33 (0x21)   | Y[7] | Y[6] | Y[5] | Y[4] | Y[3] | Y[2] | Y[1]        | Y[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)                                   | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -           | R/W  |
| RESET utáni alapérték                                       | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0           | 0    |
| Index regiszter tartalma<br>írás után                       | 37   |      | 0x25 |      |      |      | Pixel_Start |      |
| <b>PLOT</b> funkcionál                                      |      |      |      |      |      |      |             |      |
| Index regiszter tartalma<br>írás után<br>minden más esetben | 33   |      | 0x21 |      |      |      | X1_H        |      |

**X1\_H** – X1 koordináta legfelső bit. Az X1 értéke 0...319 lehet emiatt 1 byte nem elegendő a tárolására.

| Bit                                | 7  | 6 | 5    | 4 | 3 | 2    | 1 | 0     |
|------------------------------------|----|---|------|---|---|------|---|-------|
| Regiszter 34 (0x22)                | 0  | 0 | 0    | 0 | 0 | 0    | 0 | X1[8] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)          | -  | - | -    | - | - | -    | - | R/W   |
| RESET utáni alapérték              | 0  | 0 | 0    | 0 | 0 | 0    | 0 | 0     |
| Index regiszter tartalma írás után | 34 |   | 0x22 |   |   | X1_L |   |       |

**X1\_L** – X1 koordináta alsó byte.

| Bit                                | 7     | 6     | 5     | 4     | 3     | 2     | 1     | 0     |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Regiszter 35 (0x23)                | X1[7] | X1[6] | X1[5] | X1[4] | X1[3] | X1[2] | X1[1] | X1[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)          | R/W   | R/W   | R/W   | R/W   | R/W   | R/W   | R/W   | R/W   |
| RESET utáni alapérték              | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| Index regiszter tartalma írás után | 35    |       | 0x24  |       |       | Y1    |       |       |

**Y1** – Y1 koordináta. Az Y1 értéke 0...219 lehet.

| Bit                                | 7     | 6     | 5     | 4     | 3     | 2            | 1     | 0     |
|------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|
| Regiszter 36 (0x24)                | Y1[7] | Y1[6] | Y1[5] | Y1[4] | Y1[3] | Y1[2]        | Y1[1] | Y1[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)          | -     | -     | -     | -     | -     | -            | -     | R/W   |
| RESET utáni alapérték              | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0            | 0     | 0     |
| Index regiszter tartalma írás után | 38    |       | 0x26  |       |       | LINE_Start   |       |       |
| <b>LINE</b> funkcionál             |       |       |       |       |       |              |       |       |
| Index regiszter tartalma írás után | 39    |       | 0x27  |       |       | CIRCLE_Start |       |       |
| <b>CIRCLE</b> funkcionál           |       |       |       |       |       |              |       |       |
| Index regiszter tartalma írás után | 40    |       | 0x28  |       |       | BLOCK_Mode   |       |       |
| <b>BLOCK</b> funkcionál            |       |       |       |       |       |              |       |       |

## Pixel\_Start – Pixel írás/olvasás funkció indítása.

Az X,Y regiszterben beállított koordinátára 1 pixelt rajzol, vagy az adott pixel fényerejét olvassa ki. Az írás/olvasás a megadott grafikus lapra vagy sprite-ra vonatkozik. Amennyiben a koordináta a laphatáron vagy a sprite-on kívülre esik, akkor nem csinál semmit.

Sprite pixel írás vagy olvasás esetén lehetőség van még egy paraméter megadására is, ami a pixel átlátszóságát befolyásolja.

| Bit                       | 7                     | 6                 | 5                   | 4                   | 3                   | 2           | 1                  | 0                  |
|---------------------------|-----------------------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|--------------------|--------------------|
| Regiszter<br>37 ( 0x25 )  | POINT_Start<br>/ BUSY | Attr_<br>Write_En | Layer_<br>Select[2] | Layer_<br>Select[1] | Layer_<br>Select[0] | Sprite_Attr | Pixel_Brigh<br>[1] | Pixel_Brigh<br>[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W                   | R/W               | R/W                 | R/W                 | R/W                 | R/W         | R/W                | R/W                |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0                     | 0                 | 0                   | 0                   | 0                   | 0           | 0                  | 0                  |

- **Bit 1...0 – Pixel\_Bright[1:0]** : PLOT funkciónál a rajzolendő pixel fényerejét határozza meg.

2bit/pixel módban 4 féle értéke lehet. 1bit/pixel módban csak a Pixel\_Bright[0] van értelmezve és ha az 1, akkor a pixel fényereje az adott Layer\_Mode regiszterben meghatározott érték lesz.

| PLOT funkciónál |                 | Írott érték jelentése |                  |
|-----------------|-----------------|-----------------------|------------------|
| Pixel_bright[1] | Pixel_bright[0] | 2bit/pixel mód        | 1bit/pixel mód   |
| 0               | 0               | 0 fényerő             | 0 fényerő        |
| 0               | 1               | 1/3 fényerő           | Layer_Mode érték |
| 1               | 0               | 2/3 fényerő           | 0 fényerő        |
| 1               | 1               | Maximális fényerő     | Layer_Mode érték |

POINT funkciónál a pixel fényerejének értékét lehet kiolvasni belőle. 2bit/pixel módban 4 féle értéke lehet. 1bit/pixel módban csak a Pixel\_Bright[0] van értelmezve.

| POINT funkciónál |                 | Olvasott érték jelentése |                   |
|------------------|-----------------|--------------------------|-------------------|
| Pixel_bright[1]  | Pixel_bright[0] | 2bit/pixel mód           | 1bit/pixel mód    |
| 0                | 0               | 0 fényerő                | Pixel passzív (0) |
| 0                | 1               | 1/3 fényerő              | Pixel aktív (1)   |
| 1                | 0               | 2/3 fényerő              | Nincs értelmezve  |
| 1                | 1               | Maximális fényerő        | Nincs értelmezve  |

- **Bit 2 – Sprite\_Attr** : Sprite attribútum értéke.

Ez a bit speciálisan csak a Srite-okra érvényes átlátszóság tulajdonság írására vagy annak kiolvasására használható. A Sprite-ok 2bit/pixel módban vannak értelmezve és ezen felül minden rajta lévő pixelhez tartozik még 1 bit. Ez a bit azt határozza meg, hogy az adott pixel eltakarja-e a logikailag alatta lévő grafikus lapok és az alacsonyabb prioritású többi Sprite pixeleit. Ez független a Sprite adott pixelének fényerejétől, tehát egy üres 0 fényerejű pixel is elfedheti a logikailag alacsonyabb prioritású Sprite-ok vagy grafikus lapok pontjait.

**Ha az értéke 0 akkor átlátszó, ha pedig 1, akkor nem átlátszó az adott pixel.**

A **Sprite\_Attr** beállításai csak akkor érvényesek ha a **Attr\_Write\_En** bit értéke 1, viszont a **Sprite\_Attr** olvasás minden esetben megtörténik.

- **Bit 5...3 – Layer\_Select[2:0]** : A PLOT vagy POINT funkció az itt megadott grafikus lapra vagy sprite-ra vonatkozik.

| Layer_Select[2] | Layer_Select[1] | Layer_Select[0] | Grafikus lap |
|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|
| 0               | 0               | 0               | Layer0       |
| 0               | 0               | 1               | Layer1       |
| 0               | 1               | 0               | Layer2       |
| 0               | 1               | 1               | Layer3       |
| 1               | 0               | 0               | LayerX       |
| 1               | 0               | 1               | Sprite0      |
| 1               | 1               | 0               | Sprite1      |
| 1               | 1               | 1               | Sprite2      |

- **Bit 6 – Attr\_Write\_En** : Ha a PLOT művelet valamelyik Sprite-ra vonatkozik, akkor ennek a bitnek az 1-be állításával a **Sprite\_Attr** értéke beírásra kerül a Sprite-nak adott pixeléhez tartozó átlátszóságát meghatározó bitjébe. Ha 0, akkor figyelmen kívül hagyja a Sprite-ra vonatkozó attribútum írást.
- **Bit 6 – POINT\_Start / BUSY** : **POINT** funkció indítása és a PLOT vagy a POINT funkció végrehajtásának jelzése.

Írási műveletnél ha a bit-be 0 kerül, akkor ezzel a PLOT funkció lesz elindítva. Ezután PLOT funkció befejezéséig a bit olvasáskor 1 értékű. Amint a PLOT funkció befejeződött, olvasáskor 0 lesz az értéke.

Abban az esetben ha a bitet 1-be írjuk, akkor a POINT funkció kerül indításra és a bit olvasása ebben az esetben is 1 lesz egészen POINT funkció befejezéséig. Amint a bit 0 értékű lesz a pont tulajdonságait tartalmazó bitekben lévő adatok már érvényesek.

**LINE\_Start** – Az ( X, Y ) – ( X1, Y1 ) koordinátákat egyenessel köti össze.

A vonal rajzolás grafikus lapokra és Sprite-okra is egyaránt alkalmazható. A paraméterezése megegyezik a PIXEL rajzolás funkcionál leírtakkal, csak az utolsó bit 1-be írása a LINE funkciót indítja és olvasáskor annak a folyamatáról ad tájékoztatást.

| Bit                       | 7    | 6                 | 5                   | 4                   | 3                   | 2           | 1                  | 0                  |
|---------------------------|------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|--------------------|--------------------|
| Regiszter<br>38 ( 0x26 )  | BUSY | Attr_<br>Write_En | Layer_<br>Select[2] | Layer_<br>Select[1] | Layer_<br>Select[0] | Sprite_Attr | Pixel_Brigh<br>[1] | Pixel_Brigh<br>[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R    | R/W               | R/W                 | R/W                 | R/W                 | R/W         | R/W                | R/W                |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0    | 0                 | 0                   | 0                   | 0                   | 0           | 0                  | 0                  |

A kezdőpont koordinátája az X, Y regiszterbe, míg a végponté az X1, Y1 regiszterbe írott érték. A kezdő és végpont koordinátái a grafikus lap vagy a Sprite határain kívülre is eshet, de a rajzolás csak a lap illetve a Sprite határain belül történik meg.

A vonal kirajzolása után a kezdőpont koordinátájának a helyére automatikusan végpont koordinátája kerül beírásra. ( X = X1, Y=Y1 )

Ez akkor lehet hasznos, ha a végpontból kiinduló egyenest kell rajzolni, mer ebben az esetben csak egy pont koordinátájának a megadása szükséges.

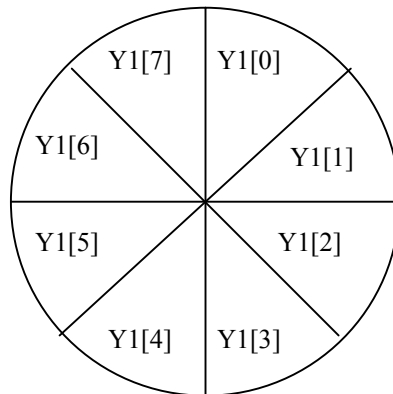
**A BUSY bit kivételével minden bit fizikailag is azonos a PIXEL\_Start regiszterben lévővel. Tehát írás esetén ugyanazok az értékek kerülnek bele és olvasáskor is azonos eredményt adnak.**

**CIRCLE\_Start** – Az **X, Y** koordinátákra egy **X1** sugarú kört rajzol, **Y1** –ben az 1/8 körívek tilthatóak vagy engedélyezhetőek.

A kör rajzolás grafikus lapokra és Sprite-okra is egyaránt alkalmazható. A paraméterezése megegyezik a PIXEL rajzolás funkcionál leírtakkal, csak az utolsó bit 1-be írása a CIRCLE funkciót indítja és olvasáskor annak a folyamatáról ad tájékoztatást.

| Bit                       | 7    | 6                 | 5                   | 4                   | 3                   | 2           | 1                  | 0                  |
|---------------------------|------|-------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-------------|--------------------|--------------------|
| Regiszter<br>39 ( 0x27 )  | BUSY | Attr_<br>Write_En | Layer_<br>Select[2] | Layer_<br>Select[1] | Layer_<br>Select[0] | Sprite_Attr | Pixel_Brigh<br>[1] | Pixel_Brigh<br>[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W  | R/W               | R/W                 | R/W                 | R/W                 | R/W         | R/W                | R/W                |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0    | 0                 | 0                   | 0                   | 0                   | 0           | 0                  | 0                  |

Nem csak egész kört, hanem korlátozott mértékben kör ívet is lehet rajzolni. Az egész aritmetikával dolgozó funkció 1/8 kör kiszámolásával és ezek pontjainak a tükrözésével állítja elő az teljes kört. Az **Y1** paraméter megadásával még lehetőség van a rajzolandó körív 1/8 –os szakaszainak kirajzolását engedélyezni vagy tiltani. Az **Y1** megfelelő bitjének 1 értéke engedélyezi, 0 értéke pedig tiltja az adott szakasz kirajzolását.



**A BUSY bit kivételével minden bit fizikailag is azonos a PIXEL\_Start regiszterben lévővel. Tehát írás esetén ugyanazok az értékek kerülnek bele és olvasáskor is azonos eredményt adnak.**

## BLOCK ( BLITTER ) funkció regiszterei

A blokk műveleteknél ha a forrás pont koordinátái a lap vagy a sprite határain kívülre esnek, akkor a forráspontot a Pixel\_Bright értékben beállított fényerejűnek tekinti !

**BLOCK\_Mode** – A blokk funkció több feladat ellátására használható és ezek kiválasztására szolgál ez a regiszter.

| Bit                                   | 7 | 6  | 5            | 4            | 3            | 2                  | 1       | 0     |
|---------------------------------------|---|----|--------------|--------------|--------------|--------------------|---------|-------|
| Regiszter<br>40 ( 0x28 )              | - | -  | BMODE<br>[5] | BMODE<br>[4] | BMODE<br>[3] | MIRROR<br>/ ROTATE | BFILL   | BMOVE |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             |   |    | R/W          | R/W          | R/W          | R/W                | R/<br>W | R/W   |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0 | 0  | 0            | 0            | 0            | 0                  | 0       | 0     |
| Index regiszter tartalma<br>írás után |   | 41 |              | 0x29         |              | BLOCK_Width_Hi     |         |       |

- **Bit 0 – BMOVE** : 0 = pixel másolás, 1 = pixel mozgatás
- **Bit 1 – BFILL** : 0 = nincs kitöltés, 1 = kitöltés engedélyezve

| BFILL | BMOVE | Művelet   |
|-------|-------|---|
| 0     | 0     | Forrás pixel cél pixelbe másolása. A forrás pixelt nem változtatja meg.   |
| 0     | 1     | Forrás pixel cél pixelbe másolása és a forráspixel fényereje BFILL_Bright-ben beállított érték lesz.                          |
| 1     | 0     | Forrás pixelt figyelmen kívül hagyja és nem változtatja meg. A cél pixel fényereje a BFILL_Bright-ben beállított értékű lesz. |
| 1     | 1     | A forrás és a cél pixel is a BFILL_Bright-ben beállított értékű lesz.   |

- **Bit 2 – MIRROR/ROTATE** : 0 = tükrözés funkció, 1 = forgatás funkció
- **Bit 5...3 – BMODE** : A tükrözés vagy a forgatás funkciótól függően a tükrözés vagy a forgatás módját határozza meg.

A BMOVE és a BFILL bitekben meghatározott műveleteket az alábbi módon befolyásolja a **BMODE** és a **MIRROR/ROTATE** bitek értéke. A módosítás csak a cél pixelek koordinátáira lesznek hatással.

| BMODE | MIRROR/ROTATE | Művelet                                      |
|-------|---------------|--|
| 0     | 0             | Nem változtatja meg a cél pixel koordinátáit |
| 1     | 0             | Vízszintes tükrözés                          |
| 2     | 0             | Függőleges tükrözés                          |
| 3     | 0             | Vízszintes és függőleges tükrözés            |
| 0     | 1             | Nem változtatja meg a cél pixel koordinátáit |
| 1     | 1             | Forgatás jobbra 90 fokkal                    |
| 2     | 1             | Forgatás jobbra 180 fokkal                   |
| 3     | 1             | Forgatás jobbra 270 fokkal                   |



**BLOCK\_Width\_H** –

A blokk funkcionál a blokk szélességét határozza meg pixelekben.

| Bit                                   | 7  | 6 | 5    | 4 | 3 | 2             | 1 | 0        |
|---------------------------------------|----|---|------|---|---|---------------|---|----------|
| Regiszter<br>41 ( 0x29 )              | -  | - | -    | - | - | -             | - | Width[8] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             |    |   |      |   |   |               |   | R/W      |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0  | 0 | 0    | 0 | 0 | 0             | 0 | 0        |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 42 |   | 0x2A |   |   | BLOCK_Width_L |   |          |

**BLOCK\_Width\_L** –

A blokk funkcionál a blokk szélességét határozza meg pixelekben.

| Bit                                   | 7        | 6        | 5        | 4        | 3        | 2            | 1        | 0        |
|---------------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------|----------|----------|
| Regiszter<br>42 ( 0x2A )              | Width[7] | Width[6] | Width[5] | Width[4] | Width[3] | Width[2]     | Width[1] | Width[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | R/W      | R/W      | R/W      | R/W      | R/W      | R/W          | R/W      | R/W      |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0            | 0        | 0        |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 43       |          | 0x2B     |          |          | BLOCK_Height |          |          |

**BLOCK\_Height\_H** –

A blokk funkcionál a blokk magasságát határozza meg pixelekben.

| Bit                                   | 7             | 6             | 5             | 4             | 3             | 2             | 1             | 0             |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Regiszter<br>43 ( 0x2B )              | Height<br>[7] | Height<br>[6] | Height<br>[5] | Height<br>[4] | Height<br>[3] | Height<br>[2] | Height<br>[1] | Height<br>[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 44            |               | 0x2C          |               |               | BLOCK_Start   |               |               |

**BLOCK\_Start** – Ennek a regiszternek az írása a blokk ( blitter ) funkciót indítja.

A a blokk művelet grafikus lapokra és Sprite-okra is egyaránt alkalmazható, de Sprite-ok esetében az attributum bitek figyelmen kívül maradnak és azokra nincs hatással a művelet. Ugyanakkor az **Attr\_Write\_En** bit értéke automatikusan 0 lesz.

A **BLOCK\_Width** és a **BLOCK\_Height** regiszterekben meghatározott területű blokkon az előzőleg a **BLOCK\_Mode** regiszterben beállított műveletet végzi el.

A forrás blokk koordinátáit az **X,Y** regiszterben, a cél blokk koordinátáit pedig az **X1,Y1** regiszterbe kell megadni.

| Bit                       | 7                        | 6               | 5         | 4         | 3         | 2         | 1          | 0          |
|---------------------------|--------------------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| Regiszter<br>44 ( 0x2C )  | BFILL_Bright[1]<br>/BUSY | BFILL_Bright[0] | Target[2] | Target[1] | Target[0] | Source[2] | Source [1] | Source [0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W                      | R/W             | R/W       | R/W       | R/<br>W   | R/W       | R/W        | R/W        |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0                        | 0               | 0         | 0         | 0         | 0         | 0          | 0          |

- **Bit 2...0 – Source** : A forrás grafikus lapot vagy sprite-ot lehet megadni.
- **Bit 5...3 – Target** : A cél grafikus lapot vagy sprite-ot lehet megadni.

| Source[2]<br>Target[2] | Source[1]<br>Target[1] | Source[0]<br>Target[0] | Grafikus lap |
|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|
| 0                      | 0                      | 0                      | Layer0       |
| 0                      | 0                      | 1                      | Layer1       |
| 0                      | 1                      | 0                      | Layer2       |
| 0                      | 1                      | 1                      | Layer3       |
| 1                      | 0                      | 0                      | LayerX       |
| 1                      | 0                      | 1                      | Sprite0      |
| 1                      | 1                      | 0                      | Sprite1      |
| 1                      | 1                      | 1                      | Sprite2      |

- **Bit 5...3 – BFILL\_Bright** : A kitöltés fényerejét állítja be.

| BFILL_Bright[1] | BFILL_Bright[0] | 2bit/pixel mód    | 1bit/pixel mód   |
|-----------------|-----------------|-------------------|------------------|
| 0               | 0               | 0 fényerő         | 0 fényerő        |
| 0               | 1               | 1/3 fényerő       | Layer_Mode érték |
| 1               | 0               | 2/3 fényerő       | 0 fényerő        |
| 1               | 1               | Maximális fényerő | Layer_Mode érték |

A **BFILL\_Bright/BUSY** bit olvasáskor ha a blokk művelet még folyamatban van, akkor 1 értékű, különben 0.

Különböző bit/pixel felbontású lapok közötti műveletnél csak 1 bit van értelmezve a pixel fényerőnél !

## Horváth Jani funkció ! ( nem tudom mire jó de kérésére belerakva ☺ )

**Max\_Plot\_Ct\_H** – Ha nem 0, akkor az itt beállított számnak megfelelő pont kirajzolása után tiltja a LINE és a CIRCLE funkciók esetén a pixel kirajzolását.

Csak a regiszter törlése vagy a LINE vagy a CIRCLE funkciók ismételt hívása engedélyezi újból a pont rajzolást.

| Bit                                | 7  | 6 | 5    | 4 | 3 | 2             | 1 | 0              |
|------------------------------------|----|---|------|---|---|---------------|---|----------------|
| Regiszter 45 ( 0x2D )              | -  | - | -    | - | - | -             | - | Max_Plot_Ct[8] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)          | -  | - | -    | - | - | -             | - | R/W            |
| RESET utáni alapérték              | 0  | 0 | 0    | 0 | 0 | 0             | 0 | 0              |
| Index regiszter tartalma írás után | 46 |   | 0x2E |   |   | Max_Plot_Ct_L |   |                |

**Max\_Plot\_Ct\_L** – Ha nem 0, akkor az itt beállított számnak megfelelő pont kirajzolása után tiltja a LINE és a CIRCLE funkciók esetén a pixel kirajzolását.

Csak a regiszter törlése vagy a LINE vagy a CIRCLE funkciók ismételt hívása engedélyezi újból a pont rajzolást.

| Bit                                | 7              | 6              | 5              | 4              | 3              | 2              | 1              | 0              |
|------------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Regiszter 46 ( 0x2E )              | Max_Plot_Ct[7] | Max_Plot_Ct[6] | Max_Plot_Ct[5] | Max_Plot_Ct[4] | Max_Plot_Ct[3] | Max_Plot_Ct[2] | Max_Plot_Ct[1] | Max_Plot_Ct[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)          | R/W            | R/W            | R/W            | R/W            | R/W            | R/W            | R/W            | R/W            |
| RESET utáni alapérték              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |
| Index regiszter tartalma írás után | 30             |                | 0x1E           |                |                | GPU_Function   |                |                |

## Sprite-ok

3db hardware sprite megjelenítésére van lehetőség. Ezek méretei kis korlátozással tetszőlegesen változtathatóak az egyes sprite-ok 2 kbyte-os memóriahatárain belül.

A sprite-ok minden esetben 2bit/pixel módban lesznek megjelenítve.

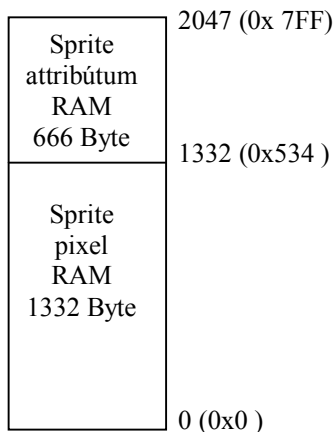
Minden egyes pixelhez tartozik még 1 bit ( attribútum ), ami az adott pixel átlátszóságát határozza meg. Ha ez a bit 1, akkor az adott pixel megjelenítéskor elfedi a logikailag alacsonyabb prioritású karakteres vagy grafikus lapok és más sprite-ok pixeleit.

Az egyes megjelenített lapok és a sprite-ok prioritásai az alábbi sorrendben értelmezettek.

|                 |                               |
|-----------------|-------------------------------|
| Legmagasabb :   | Sprite 2                      |
|                 | Sprite 1                      |
|                 | Sprite 0                      |
|                 | Layer3                        |
|                 | Layer2                        |
|                 | Text_Layer ( karakteres lap ) |
|                 | Layer1                        |
| Legalacsonyabb: | Layer0                        |

Ha nincs szükség az attribútum bitekre, akkor azok is szabadon felhasználhatóak további pontok megjelenítésére. Ennek kiválasztása a **Sprite\_Enable** regiszter megfelelő bitjének a beállításával lehetséges.

Az attribútum bitek minden esetben fix címen a 2kByte-os memória végén a pixel fényerőt meghatározó memóriatartalom után vannak eltárolva.



Mivel a pixel attribútumok csak 1 bitet igényelnek, ezért a RAM-nak csak az 1/3 részét foglalják el. A szélesség és a magasság megadásakor figyelembe kell venni, hogy a szélesség csak byte-okban adható meg ( 1 byte = 4 pixel ), a magasság pedig csak pixelekből. A tényleges magasság és a szélesség értéke:

$$\text{Valós szélesség} = (\text{szélesség} + 1) * 1 \text{ byte}$$

$$\text{Valós magasság} = (\text{magasság} + 1) * 1 \text{ pixel}$$

Tehát a sprite mérete minimálisan 4 pixel széles és 1 pixel magas lehet.

A megjelenítések során a sprite-ok olyan pixelei amelyek a képernyőhatárokon kívülre esnek, azok nem kerülnek megjelenítésre. A sprite-ok pozíciójának megváltoztatása csak az LCD frissítés kezdetén történik meg.

**Sprite0\_Width** – Sprite0 szélessége byte-okban. A tényleges szélesség Sprite0\_Width + 1 lesz.

| Bit                                | 7  | 6        | 5        | 4        | 3        | 2              | 1        | 0        |
|------------------------------------|----|----------|----------|----------|----------|----------------|----------|----------|
| Regiszter 60 ( 0x3C )              | -  | Width[6] | Width[5] | Width[4] | Width[3] | Width[2]       | Width[1] | Width[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)          |    | R/W      | R/W      | R/W      | R/W      | R/W            | R/W      | R/W      |
| RESET utáni alapérték              | 0  | 0        | 0        | 1        | 0        | 0              | 0        | 1        |
| Index regiszter tartalma írás után | 61 |          | 0x3D     |          |          | Sprite0_Height |          |          |

**Sprite0\_Height** – Sprite0 magasság pixelekben. A tényleges szélesség Sprite0\_Height + 1 lesz.

| Bit                                | 7          | 6          | 5          | 4          | 3          | 2           | 1          | 0          |
|------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| Regiszter 61 ( 0x3D )              | Height [7] | Height [6] | Height [5] | Height [4] | Height [3] | Height [2]  | Height [1] | Height [0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)          | R/W        | R/W        | R/W        | R/W        | R/W        | R/W         | R/W        | R/W        |
| RESET utáni alapérték              | 0          | 1          | 0          | 0          | 1          | 0           | 0          | 1          |
| Index regiszter tartalma írás után | 62         |            | 0x3E       |            |            | Sprite0_X_H |            |            |

**Sprite0\_X\_H** – Sprite0 X koordináta felső byte. Ennek értékét a vezérlő csak a Sprite0\_Y írása után veszi tudomásul.

| Bit                                | 7  | 6 | 5    | 4 | 3 | 2           | 1 | 0    |
|------------------------------------|----|---|------|---|---|-------------|---|------|
| Regiszter 62 ( 0x3E )              | -  | - | -    | - | - | -           | - | X[8] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)          |    |   |      |   |   |             |   | R/W  |
| RESET utáni alapérték              | 0  | 0 | 0    | 0 | 0 | 0           | 0 | 0    |
| Index regiszter tartalma írás után | 63 |   | 0x3F |   |   | Sprite0_X_L |   |      |

**Sprite0\_X\_L** – Sprite0 X koordináta alsó byte. Ennek értékét a vezérlő csak a Sprite0\_Y írása után veszi tudomásul.

| Bit                                | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2          | 1    | 0    |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------------|------|------|
| Regiszter 63 ( 0x3F )              | X[7] | X[6] | X[5] | X[4] | X[3] | X[2]       | X[1] | X[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)          | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W        | R/W  | R/W  |
| RESET utáni alapérték              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0          | 0    | 0    |
| Index regiszter tartalma írás után | 64   |      | 0x40 |      |      | Sprite0_Y1 |      |      |

**Sprite0\_Y** – Sprite0 Y koordináta.

| Bit                       | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter<br>64 (0x40)    | Y[7] | Y[6] | Y[5] | Y[4] | Y[3] | Y[2] | Y[1] | Y[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

**Sprite1\_Width** – Sprite1 szélessége byte-okban. A tényleges szélesség Sprite1\_Width + 1 lesz.

| Bit                                   | 7 | 6        | 5        | 4        | 3        | 2              | 1        | 0        |
|---------------------------------------|---|----------|----------|----------|----------|----------------|----------|----------|
| Regiszter<br>65 (0x41)                | - | Width[6] | Width[5] | Width[4] | Width[3] | Width[2]       | Width[1] | Width[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             |   | R/W      | R/W      | R/W      | R/W      | R/W            | R/W      | R/W      |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0 | 0        | 0        | 1        | 0        | 0              | 0        | 1        |
| Index regiszter tartalma<br>írás után |   | 66       |          | 0x42     |          | Sprite1_Height |          |          |

**Sprite1\_Height** – Sprite1 magasság pixeleken. A tényleges szélesség Sprite1\_Height + 1 lesz.

| Bit                                   | 7             | 6             | 5             | 4             | 3             | 2             | 1             | 0             |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Regiszter<br>66 (0x42)                | Height<br>[7] | Height<br>[6] | Height<br>[5] | Height<br>[4] | Height<br>[3] | Height<br>[2] | Height<br>[1] | Height<br>[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0             | 1             | 0             | 0             | 1             | 0             | 0             | 1             |
| Index regiszter tartalma<br>írás után |               | 67            |               | 0x43          |               | Sprite1_X_H   |               |               |

**Sprite1\_X\_H** – Sprite1 X koordináta felső byte. Ennek értékét a vezérlő csak a Sprite1\_Y írása után veszi tudomásul.

| Bit                                   | 7 | 6  | 5 | 4    | 3 | 2           | 1 | 0    |
|---------------------------------------|---|----|---|------|---|-------------|---|------|
| Regiszter<br>67 (0x43)                | - | -  | - | -    | - | -           | - | X[8] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             |   |    |   |      |   |             |   | R/W  |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0 | 0  | 0 | 0    | 0 | 0           | 0 | 0    |
| Index regiszter tartalma<br>írás után |   | 68 |   | 0x44 |   | Sprite1_X_L |   |      |

**Sprite1\_X\_L** –

Sprite1 X koordináta alsó byte. Ennek értékét a vezérlő csak a Sprite1\_Y írása után veszi tudomásul.

| Bit                                   | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2          | 1    | 0    |
|---------------------------------------|------|------|------|------|------|------------|------|------|
| Regiszter<br>68 (0x44)                | X[7] | X[6] | X[5] | X[4] | X[3] | X[2]       | X[1] | X[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W        | R/W  | R/W  |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0          | 0    | 0    |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 69   |      | 0x45 |      |      | Sprite1_Y1 |      |      |

**Sprite1\_Y** –

Sprite1 Y koordináta.

| Bit                       | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter<br>69 (0x45)    | Y[7] | Y[6] | Y[5] | Y[4] | Y[3] | Y[2] | Y[1] | Y[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

**Sprite2\_Width** –

Sprite2 szélessége byte-okban. A tényleges szélesség Sprite2\_Width + 1 lesz.

| Bit                                   | 7  | 6        | 5        | 4        | 3        | 2              | 1        | 0        |
|---------------------------------------|----|----------|----------|----------|----------|----------------|----------|----------|
| Regiszter<br>70 (0x46)                | -  | Width[6] | Width[5] | Width[4] | Width[3] | Width[2]       | Width[1] | Width[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             |    | R/W      | R/W      | R/W      | R/W      | R/W            | R/W      | R/W      |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0  | 0        | 0        | 1        | 0        | 0              | 0        | 1        |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 71 |          | 0x47     |          |          | Sprite2_Height |          |          |

**Sprite2\_Height** –

Sprite2 magasság pixeleken. A tényleges szélesség Sprite2\_Height + 1 lesz.

| Bit                                   | 7             | 6             | 5             | 4             | 3             | 2             | 1             | 0             |
|---------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Regiszter<br>71 (0x47)                | Height<br>[7] | Height<br>[6] | Height<br>[5] | Height<br>[4] | Height<br>[3] | Height<br>[2] | Height<br>[1] | Height<br>[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           |
| RESET utáni<br>alapérték              | 0             | 1             | 0             | 0             | 1             | 0             | 0             | 1             |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 72            |               | 0x48          |               |               | Sprite2_X_H   |               |               |





## Sprite\_Enable

- Sprite-ok megjelenítését vezérli.  
A FRAME jellel szinkronban mindig csak az LCD terítés elején veszi tudomásul a vezérlő a regiszter változását.

| Bit                       | 7 | 6 | 5                   | 4              | 3                   | 2              | 1                   | 0              |
|---------------------------|---|---|---------------------|----------------|---------------------|----------------|---------------------|----------------|
| Regiszter<br>75 ( 0x4B )  | - | - | Sprite2_<br>Attr_En | Sprite2_<br>En | Sprite1_<br>Attr_En | Sprite1_<br>En | Sprite0_<br>Attr_En | Sprite0_<br>En |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) |   |   | R/W                 | R/W            | R/W                 | R/W            | R/W                 | R/W            |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0 | 0 | 0                   | 0              | 0                   | 0              | 0                   | 0              |

- **Bit 0 – Sprite0\_En** : Sprite0 megjelenítés 0 = tiltás, 1 = engedélyezés
- **Bit 1 – Sprite0\_Attr\_En**: Sprite0 attribútum használat 0 = tiltás, 1 = engedélyezés
- **Bit 2 – Sprite1\_En** : Sprite1 megjelenítés 0 = tiltás, 1 = engedélyezés
- **Bit 3 – Sprite1\_Attr\_En**: Sprite2 attribútum használat 0 = tiltás, 1 = engedélyezés
- **Bit 4 – Sprite2\_En** : Sprite3 megjelenítés 0 = tiltás, 1 = engedélyezés
- **Bit 5 – Sprite2\_Attr\_En**: Sprite4 attribútum használat 0 = tiltás, 1 = engedélyezés
- **Bit 7...6 – nincs használva**

**Addr\_Auto\_INC** – Közvetlen RAM írás vagy olvasás után az itt beállított értéket hozzáadja a RAM címzést végző 18 bit-es regiszterhez.  
( 0, 1, 2 címen lévő regiszterek A[17:0] )

| Bit                       | 7     | 6         | 5         | 4         | 3         | 2         | 1         | 0         |
|---------------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Regiszter 250 ( 0xFA )    | A_SIG | A_INC [6] | A_INC [5] | A_INC [4] | A_INC [3] | A_INC [2] | A_INC [1] | A_INC [0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W   | R/W       | R/W       | R/W       | R/W       | R/W       | R/W       | R/W       |
| RESET utáni alapérték     | 0     | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |

- **Bit 6..0 – A\_INC[6:0]** : Automatikus cím változtatás mértéke 0...127 tartományban
- **Bit 7 – A\_SIG** : A címet az A\_INC értékkel 0 = növeli, 1 = csökkenti

**Setup\_reg** – Egyéb más kategóriába nem besorolható beállítások megadására szolgál.

| Bit                       | 7              | 6       | 5           | 4           | 3           | 2           | 1           | 0       |
|---------------------------|----------------|---------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------|
| Regiszter 255 ( 0xFF )    | SCapture_Start | ADC_SEQ | Refresh [4] | Refresh [3] | Refresh [2] | Refresh [1] | Refresh [0] | RAM_Pri |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W            | R/W     | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W     |
| RESET utáni alapérték     | 0              | 0       | 1           | 0           | 0           | 1           | 1           | 0       |

- **Bit 0 – RAM\_Pri** : A közvetlen RAM írás / olvasás prioritását határozza meg az LCD terítő logika memóriaigényéhez képest.

Abban az esetben, ha ennek a bitnek az értéke 0, akkor a CPU felől érkező RAM igénynek elsőbbsége lesz az LCD terítő logikával szemben. Ez azzal a veszéllyel járhat, hogy ha a CPU nagyon gyorsan írja vagy olvassa a RAM-ot, akkor az LCD terítő logikának nem lesz ideje a pixelinformációkat felolvasni a RAM-ból és a megjelenítés emiatt hibás lesz. Normál esetben minden aktív lap megjelenítése mellett kb. 8-10 MByte/sec egyenletes adatátviteli sebességig nem kell aggódnni miatta. Igazából ez a probléma csak nagyon gyors CPU használata esetén fordulhat elő.

Amennyiben az értéke 1, akkor a CPU felé a RAM igény csak abban az esetben lesz teljesítve, ha az LCD terítő minden szükséges adatot felolvasott a RAM-ból. Ebben az esetben lehet a lehető legnagyobb de nem egyenletes adatátviteli sebességet elérni.

- **Bit 5...1 – Refresh** : Az LCD terítés sebességét határozza meg.

Az LCD vezérlő alap órajele 80MHz és ez alapján a LCD frissítési frekvencia az alábbi képlettel számolható ki: 72Hz-es terítési frekvencia beállításához 19 az eredmény

$$\text{Refresh\_Rate} = ( 8000000 / 72 / 19200 / 2 ) - 10$$

Alapértelmezett értéke is 19, ami kb. 72Hz-nek felel meg.

- **Bit 6 – ADC\_SEQ** : A PORT1-re csatlakoztatott A/D konverter bitsorrendjét határozza meg. 0 esetén PORT1.[0] ← A/D DATA[7] stb. 1 esetén fordított a sorrend.

- **Bit 7 – SCapture\_Start** : 1-be írva az LCD képernyőn látható pixelekről a LayerX területére egy 2bit/pixel módban megjeleníthető másolatot készít. Ezen minden aktív grafikus és karakteres lap, valamint az összes aktív sprite is össze lesz montírozva. Olvasáskor a folyamat befejezéséig 1-ben marad, majd utána 0 lesz.

## I/O portok:

32db szabadon felhasználható ki vagy bemenetnek beállítható kivezetés is rendelkezésre áll a vezérlőpanelen. Ezek 4db 8bit-es csoportba vannak rendezve. PORT0, PORT1, PORT2, PORT3.

Minden egyes bit külön-külön állítható módon lehet ki vagy bemenet. Ezeket és a portok állapotát 3 vagy 4db regiszterrel lehet meghatározni vagy lekérdezni, attól függően, hogy az adott port-hoz tartozik-e valamilyen alternatív funkció. Ezek a regiszterek a következők:

**PORT<sub>x</sub>\_OUT** : Az adott PORT bitjeinek kimeneti módja esetén a port bit állapotát állítja be

**PORT<sub>x</sub>\_IN**: Az adott PORT kivezetéseinek aktuális állapotának a beolvasására szolgál

**PORT<sub>x</sub>\_DIR**: Az adott PORT ki vagy bemeneti módjának a kiválasztására szolgál

**PORT<sub>x</sub>\_ALT**: Az adott PORT bitjeinek alternatív kimeneti funkciójának a kiválasztására szolgál.

Minden egyes kivezetés belső felhúzó ellenállással rendelkezik, tehát a szabadon hagyott bemenetek olvasása mindig **1** lesz.

**PORT0\_OUT** – A port kimeneti állapotát határozza meg.

| Bit                       | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter<br>128 ( 0x80 ) | P0.7 | P0.6 | P0.5 | P0.4 | P0.3 | P0.2 | P0.1 | P0.0 |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

**PORT0\_IN** – A port bemeneti állapotát tartalmazza.

| Bit                       | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter<br>129 ( 0x81 ) | P0.7 | P0.6 | P0.5 | P0.4 | P0.3 | P0.2 | P0.1 | P0.0 |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R    | R    | R    | R    | R    | R    | R    | R    |
| RESET utáni<br>alapérték  | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |

**PORT0\_DIR** – A port ki vagy bemeneti módját állítja be. 0 = be, 1 = kimenet

| Bit                       | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter<br>130 ( 0x82 ) | P0.7 | P0.6 | P0.5 | P0.4 | P0.3 | P0.2 | P0.1 | P0.0 |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

A PORT0 alternatív funkcióval is rendelkezik, de ennek használata nem igényli a külön beállítást, ezért erre vonatkozó regiszter nem tartozik hozzá. Az alternatív funkció csak akkor érhető el, ha a PORT adott bitje bemenetnek van beállítva.

Az alternatív funkció: 4db inkrementális forgásjeladó kezelését biztosítja.

**PORT1\_OUT** – A port kimeneti állapotát határozza meg.

| Bit                       | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter<br>132 ( 0x84 ) | P1.7 | P1.6 | P1.5 | P1.4 | P1.3 | P1.2 | P1.1 | P1.0 |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

**PORT1\_IN** – A port bemeneti állapotát tartalmazza.

| Bit                       | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter<br>133 ( 0x85 ) | P1.7 | P1.6 | P1.5 | P1.4 | P1.3 | P1.2 | P1.1 | P1.0 |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R    | R    | R    | R    | R    | R    | R    | R    |
| RESET utáni<br>alapérték  | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |

**PORT1\_DIR** – A port ki vagy bemeneti módját állítja be. 0 = be, 1 = kimenet

| Bit                       | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter<br>134 ( 0x86 ) | P1.7 | P1.6 | P1.5 | P1.4 | P1.3 | P1.2 | P1.1 | P1.0 |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

A PORT1 alternatív funkcióval is rendelkezik, de ennek használata nem igényli a külön beállítást, ezért erre vonatkozó regiszter nem tartozik hozzá. Az alternatív funkció csak akkor érhető el, ha a PORT adott bitje bemenetnek van beállítva.

Az alternatív funkció: 80MS/s A/D konverter adatkimeneteinek fogadása a DSO funkcióhoz.

**PORT2\_OUT** – A port kimeneti állapotát határozza meg.

| Bit                       | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter<br>136 ( 0x88 ) | P2.7 | P2.6 | P2.5 | P2.4 | P2.3 | P2.2 | P2.1 | P2.0 |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

**PORT2\_IN** – A port bemeneti állapotát tartalmazza.

| Bit                       | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter<br>137 ( 0x89 ) | P2.7 | P2.6 | P2.5 | P2.4 | P2.3 | P2.2 | P2.1 | P2.0 |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R    | R    | R    | R    | R    | R    | R    | R    |
| RESET utáni<br>alapérték  | x    | x    | X    | x    | x    | x    | x    | x    |

**PORT2\_DIR** – A port ki vagy bemeneti módját állítja be. 0 = be, 1 = kimenet

| Bit                       | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter<br>138 ( 0x8A ) | P2.7 | P2.6 | P2.5 | P2.4 | P2.3 | P2.2 | P2.1 | P2.0 |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

**PORT2\_ALT** – A port alternatív funkcióját engedélyezi. 0 = tilt, 1 = engedélyez

| Bit                       | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter<br>139 ( 0x8B ) | P2.7 | P2.6 | P2.5 | P2.4 | P2.3 | P2.2 | P2.1 | P2.0 |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

A PORT alternatív funkciója : PWM kimenetek.

**PORT3\_OUT** – A port kimeneti állapotát határozza meg.

| Bit                       | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter<br>140 (0x8C)   | P3.7 | P3.6 | P3.5 | P3.4 | P3.3 | P3.2 | P3.1 | P3.0 |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

**PORT3\_IN** – A port bemeneti állapotát tartalmazza.

| Bit                       | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter<br>141 (0x8D)   | P3.7 | P3.6 | P3.5 | P3.4 | P3.3 | P3.2 | P3.1 | P3.0 |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R    | R    | R    | R    | R    | R    | R    | R    |
| RESET utáni<br>alapérték  | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    | x    |

**PORT3\_DIR** – A port ki vagy bemeneti módját állítja be. 0 = be, 1 = kimenet

| Bit                       | 7    | 6    | 5    | 4    | 3    | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Regiszter<br>142 (0x8E)   | P3.7 | P3.6 | P3.5 | P3.4 | P3.3 | P3.2 | P3.1 | P3.0 |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  | R/W  |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    | 0    |

**PORT3\_ALT** – A port alternatív funkcióját engedélyezi. 0 = tilt, 1 = engedélyez

| Bit                       | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2    | 1    | 0    |
|---------------------------|---|---|---|---|---|------|------|------|
| Regiszter<br>143 (0x8F)   | - | - | - | - | - | P3.2 | P3.1 | P3.0 |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | - | - | - | - | - | R/W  | R/W  | R/W  |
| RESET utáni<br>alapérték  | - | - | - | - | - | 0    | 0    | 0    |

A PORT alternatív funkciója : DSO állapotjelzések.









**PWM3\_8** – A 3. 8 bit-es PWM csatorna értékének beállítására szolgál.

| Bit                       | 7           | 6           | 5           | 4           | 3           | 2           | 1           | 0           |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Regiszter<br>155 ( 0x9B ) | PWM3<br>[7] | PWM3<br>[6] | PWM3<br>[5] | PWM3<br>[4] | PWM3<br>[3] | PWM3<br>[2] | PWM3<br>[1] | PWM3<br>[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |

**PWM3\_8\_DIV** – A 3. 8 bit-es PWM csatorna előosztója.

Az osztó a többi 8 bit-es PWM csatornától független és 12 bit-es. De csak a felső 8 bit állítható. A bemenete szintén az 80MHz-es órajel. Azért került külön előosztó a csatornához, hogy a beállítható frekvencia a hallható hangfrekvenciás tartományon belül legyen. Ez az olyan alkalmazást segíti ahol jelzőhangot kell generálni.

| Bit                       | 7                 | 6                 | 5                | 4                | 3                | 2                | 1                | 0                |
|---------------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Regiszter<br>156 ( 0x9C ) | PWM3_8<br>DIV[11] | PWM3_8<br>DIV[10] | PWM3_8<br>DIV[9] | PWM3_8<br>DIV[8] | PWM3_8<br>DIV[7] | PWM3_8<br>DIV[6] | PWM3_8<br>DIV[5] | PWM3_8<br>DIV[4] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W               | R/W               | R/W              | R/W              | R/W              | R/W              | R/W              | R/W              |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0                 | 0                 | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                |

**PWM4\_12\_H** – A 4. 12 bit-es PWM csatorna felső 4 bit értékének beállítására szolgál. Az értéke csak az alsó byte beírása után íródik be a PWM csatorna regiszterébe.

| Bit                                   | 7   | 6 | 5 | 4    | 3            | 2            | 1           | 0           |
|---------------------------------------|-----|---|---|------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Regiszter<br>157 ( 0x9D )             | -   | - | - | -    | PWM4<br>[11] | PWM4<br>[10] | PWM4<br>[9] | PWM4<br>[8] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | -   | - | - | -    | R/W          | R/W          | R/W         | R/W         |
| RESET utáni<br>alapérték              | -   | - | - | -    | 0            | 0            | 0           | 0           |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 157 |   |   | 0x9D |              |              | PWM4_12_L   |             |

**PWM4\_12\_L** – A 4. 12 bit-es PWM csatorna alsó byte értékének beállítására szolgál.

| Bit                       | 7           | 6           | 5           | 4           | 3           | 2           | 1           | 0           |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Regiszter<br>158 ( 0x9E ) | PWM4<br>[7] | PWM4<br>[6] | PWM4<br>[5] | PWM4<br>[4] | PWM4<br>[3] | PWM4<br>[2] | PWM4<br>[1] | PWM4<br>[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |

**PWM5\_12\_H** – A 5. 12 bit-es PWM csatorna felső 4 bit értékének beállítására szolgál. Az értéke csak az alsó byte beírása után íródik be a PWM csatorna regiszterébe.

| Bit                                   | 7   | 6 | 5 | 4    | 3            | 2            | 1           | 0           |
|---------------------------------------|-----|---|---|------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Regiszter<br>159 ( 0x9F )             | -   | - | - | -    | PWM5<br>[11] | PWM5<br>[10] | PWM5<br>[9] | PWM5<br>[8] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | -   | - | - | -    | R/W          | R/W          | R/W         | R/W         |
| RESET utáni<br>alapérték              | -   | - | - | -    | 0            | 0            | 0           | 0           |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 159 |   |   | 0x9F |              | PWM5_12_L    |             |             |

**PWM5\_12\_L** – A 5. 12 bit-es PWM csatorna alsó byte értékének beállítására szolgál.

| Bit                       | 7           | 6           | 5           | 4           | 3           | 2           | 1           | 0           |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Regiszter<br>160 ( 0xA0 ) | PWM5<br>[7] | PWM5<br>[6] | PWM5<br>[5] | PWM5<br>[4] | PWM5<br>[3] | PWM5<br>[2] | PWM5<br>[1] | PWM5<br>[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |

**PWM6\_12\_H** – A 6. 12 bit-es PWM csatorna felső 4 bit értékének beállítására szolgál. Az értéke csak az alsó byte beírása után íródik be a PWM csatorna regiszterébe.

| Bit                                   | 7   | 6 | 5 | 4    | 3            | 2            | 1           | 0           |
|---------------------------------------|-----|---|---|------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Regiszter<br>161 ( 0xA1 )             | -   | - | - | -    | PWM6<br>[11] | PWM6<br>[10] | PWM6<br>[9] | PWM6<br>[8] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | -   | - | - | -    | R/W          | R/W          | R/W         | R/W         |
| RESET utáni<br>alapérték              | -   | - | - | -    | 0            | 0            | 0           | 0           |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 161 |   |   | 0xA1 |              | PWM6_12_L    |             |             |

**PWM4\_12\_L** – A 6. 12 bit-es PWM csatorna alsó byte értékének beállítására szolgál.

| Bit                       | 7           | 6           | 5           | 4           | 3           | 2           | 1           | 0           |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Regiszter<br>162 (0xA2)   | PWM6<br>[7] | PWM6<br>[6] | PWM6<br>[5] | PWM6<br>[4] | PWM6<br>[3] | PWM6<br>[2] | PWM6<br>[1] | PWM6<br>[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |

**PWM7\_12\_H** – A 7. 12 bit-es PWM csatorna felső 4 bit értékének beállítására szolgál. Az értéke csak az alsó byte beírása után íródik be a PWM csatorna regiszterébe.

| Bit                                   | 7   | 6 | 5 | 4    | 3            | 2            | 1           | 0           |
|---------------------------------------|-----|---|---|------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Regiszter<br>163 (0xA3)               | -   | - | - | -    | PWM7<br>[11] | PWM7<br>[10] | PWM7<br>[9] | PWM7<br>[8] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)             | -   | - | - | -    | R/W          | R/W          | R/W         | R/W         |
| RESET utáni<br>alapérték              | -   | - | - | -    | 0            | 0            | 0           | 0           |
| Index regiszter tartalma<br>írás után | 163 |   |   | 0xA3 |              | PWM7_12_L    |             |             |

**PWM7\_12\_L** – A 7. 12 bit-es PWM csatorna alsó byte értékének beállítására szolgál.

| Bit                       | 7           | 6           | 5           | 4           | 3           | 2           | 1           | 0           |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Regiszter<br>164 (0xA4)   | PWM7<br>[7] | PWM7<br>[6] | PWM7<br>[5] | PWM7<br>[4] | PWM7<br>[3] | PWM7<br>[2] | PWM7<br>[1] | PWM7<br>[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           | 0           |

**PWM\_12\_DIV** – A 4., 5., 6., 7. 12 bit-es PWM csatorna közös előosztója. Az osztó 4 bit-es és a bemenete az 80MHz-es órajel.

| Bit                       | 7 | 6 | 5 | 4 | 3                | 2                | 1                | 0                |
|---------------------------|---|---|---|---|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Regiszter<br>165 (0xA5)   | - | - | - | - | PWM_12<br>DIV[3] | PWM_12<br>DIV[2] | PWM_12<br>DIV[1] | PWM_12<br>DIV[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | - | - | - | - | R/W              | R/W              | R/W              | R/W              |
| RESET utáni<br>alapérték  | - | - | - | - | 0                | 0                | 0                | 0                |

## **DSO alternatív funkció:**

A PORT1 felhasználásával egy szerény tudású digitális tárolós oszcilloszkóp is megvalósítható az LCD vezérlésen felül.

A PORT1 minden bit-jét bemenetnek használva lehetőség van arra hogy a port-hoz egy maximum 100MS/s sebességű A/D konverter csatlakozzon. Az A/D konverter órajele az LCD terítő logikához képest aszinkron és eltérő frekvenciájú is lehet!

A mintavétel az órajel felfutó élénél történik, ezért csak olyan A/D használható, ami ennek megfelel. Pl.: ADS828

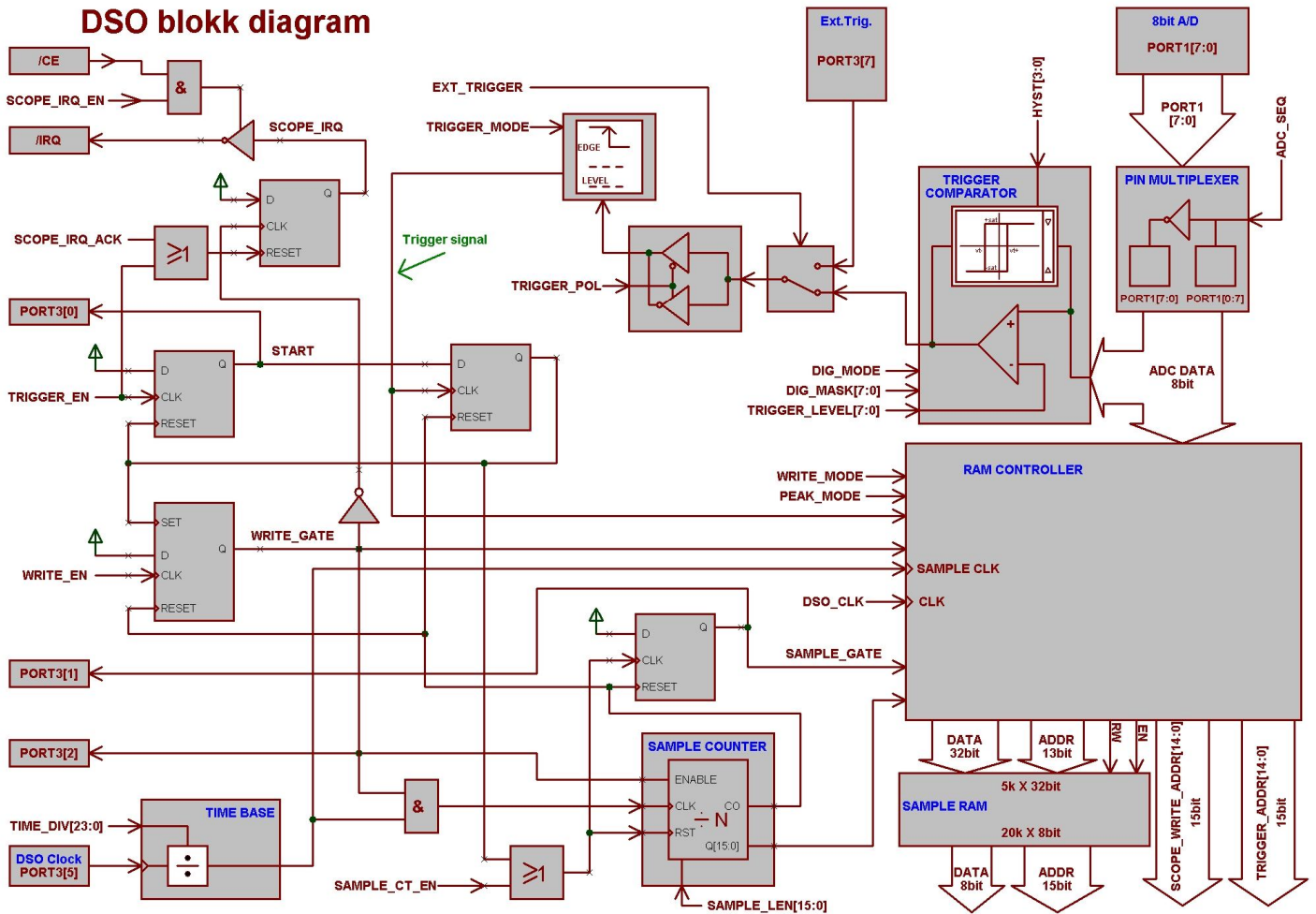
A belső hardware-rel megvalósítható oszcilloszkóp paraméterei az alábbiak:

- 1 csatorna
- Állandó max. 100MS/s mintavételi sebesség
- 20kByte mintavételi memória
- Belső vagy külső trigger forrás
- A belső trigger komparátor hiszterézise digitálisan állítható 4 biten.( zajos jeleknél nagy segítség )
- A belső trigger komparálási szintje digitálisan állítható 8 biten
- Él vagy szint trigger
- A mintatárolás módja átkapcsolható normál vagy peak-detect módba
- Egyszerű 8 csatornás logikai analízátor mód
- 24bit-es időalap osztó ami a DSO órajelét osztja és ennek megfelelően időzíti a mintavételt. Viszont az A/D konverter folyamatosan a DSO frekvencián működik.
- A mintavételi hossz állítható 16 biten
- A trigger aktiválása és a tárolás külön is engedélyezhető így a jel a trigger pozíció előtti állapota is vizsgálható.
- A tárolás módja is választható egy esetleges „ROLL” megjelenítési mód elősegítéséhez.
- Tárolási folyamat végén megszakítás kérelem jelzés is lehetséges

A PORT1 és az A/D csatlakoztatása lehet azonos bitsorrendben ha a vezérlő 255-ös regiszterének ( SETUP\_REG ) 6. ADC\_SEQ bitje 1.      PORT1[0] ← A/D DATA[0] stb.  
Vagy fordított sorrendben ha a bit értéke 0.      PORT1[0] ← A/D DATA[7] stb.

Ez lehetőséget ad arra, hogy az alkalmazott A/D konverter lábkiosztásához igazodjon a vezérlő bemenete és egyszerűbb legyen a nyákterv.

## DSO blokk diagram



A DSO használatának a megértéséhez a vezérlő bitek leírásán túl érdemes áttanulmányozni a blokk diagramot is a könnyebb érthetőség kedvéért.

**TRIGGER\_LEVEL** – A digitális trigger komparátor billenési szintje.

| Bit                       | 7            | 6            | 5            | 4            | 3            | 2            | 1            | 0            |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Regiszter<br>200 ( 0xC8 ) | LEVEL<br>[7] | LEVEL<br>[6] | LEVEL<br>[5] | LEVEL<br>[4] | LEVEL<br>[3] | LEVEL<br>[2] | LEVEL<br>[1] | LEVEL<br>[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W          | R/W          | R/W          | R/W          | R/W          | R/W          | R/W          | R/W          |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            | 0            |

**TRIGGER\_REG** – A trigger forrás és mód kiválasztása stb.

| Bit                       | 7           | 6           | 5           | 4           | 3             | 2               | 1                | 0               |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Regiszter<br>201 ( 0xC9 ) | HYST<br>[3] | HYST<br>[2] | HYST<br>[1] | HYST<br>[0] | PEAK_<br>MODE | EXT_<br>TRIGGER | TRIGGER_<br>MODE | TRIGGER_<br>POL |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R/W         | R/W         | R/W         | R/W         | R/W           | R/W             | R/W              | R/W             |
| RESET utáni<br>alapérték  | 0           | 0           | 0           | 0           | 0             | 0               | 0                | 0               |

- **Bit 0 – TRIGGER\_POL** : A trigger jel polaritását vagy annak fel illetve lefutó élét határozza meg a TRIGGER\_MODE beállításától függően. 0 esetén alacsony szint vagy lefutó él, 1 esetén magas szint vagy felfutó él.
- **Bit 1 – TRIGGER\_MODE** : 0 = él trigger ,                    1 = szint trigger
- **Bit 2 – EXT\_TRIGGER** : 0 = belső trigger,                    1 = külső trigger
- **Bit 3 – PEAK\_MODE** : 0 = normál mód,                    1 = peak-detect mód
- **Bit 4...7 – HYST** : A trigger komparátor hiszterézisének a beállítása



**A valós trigger cím függ az időalaptól is mivel az A/D konverterből beolvasott adat kiértékelése 1 órajelet igényel és még egy továbbit a mintatároló funkció indítása.**  
**Ha az időalap nagyobb mint 1 akkor már nem kell korrigálni a címet.**

Ha a  $TIME\_DIV = 0$  akkor a  $TRIGGER\_ADDR = TRIGGER\_ADDR - 2$

Ha a  $TIME\_DIV = 1$  akkor a  $TRIGGER\_ADDR = TRIGGER\_ADDR - 1$

Ha a  $TIME\_DIV > 1$  akkor a  $TRIGGER\_ADDR = TRIGGER\_ADDR$

**TRIGGER\_ADDR\_H** – A trigger cím felső byte.

| Bit                       | 7 | 6                | 5                | 4                | 3                | 2                | 1               | 0               |
|---------------------------|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| Regiszter 202 (0xCA)      | - | TRIGGER_ADDR[14] | TRIGGER_ADDR[13] | TRIGGER_ADDR[12] | TRIGGER_ADDR[11] | TRIGGER_ADDR[10] | TRIGGER_ADDR[9] | TRIGGER_ADDR[8] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | - | R                | R                | R                | R                | R                | R               | R               |
| RESET utáni alapérték     | - | 0                | 0                | 0                | 0                | 0                | 0               | 0               |

**TRIGGER\_ADDR\_L** – A trigger cím alsó byte.

| Bit                       | 7               | 6               | 5               | 4               | 3               | 2               | 1               | 0               |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Regiszter 203 (0xCB)      | TRIGGER_ADDR[7] | TRIGGER_ADDR[6] | TRIGGER_ADDR[5] | TRIGGER_ADDR[4] | TRIGGER_ADDR[3] | TRIGGER_ADDR[2] | TRIGGER_ADDR[1] | TRIGGER_ADDR[0] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R) | R               | R               | R               | R               | R               | R               | R               | R               |
| RESET utáni alapérték     | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               |

**TIME\_DIV3** – Az időalap osztójának a legfelső byte-ja.

| Bit                                | 7             | 6             | 5             | 4             | 3             | 2             | 1             | 0             |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Regiszter 204 (0xCD)               | TIME_DIV [23] | TIME_DIV [22] | TIME_DIV [21] | TIME_DIV [20] | TIME_DIV [19] | TIME_DIV [18] | TIME_DIV [17] | TIME_DIV [16] |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)          | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           | R/W           |
| RESET utáni alapérték              | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             | 0             |
| Index regiszter tartalma írás után | 205           |               | 0xCD          |               |               | TIME_DIV1     |               |               |



## SCOPE\_STATUS –

A triggert és a mintavételt indítja, illetve a folyamatok állapotáról informál.

| Bit                                  | 7         | 6            | 5        | 4    | 3          | 2          | 1            | 0          |
|--------------------------------------|-----------|--------------|----------|------|------------|------------|--------------|------------|
| Regiszter íráskor<br>209 ( 0xD1 )    | -         | SCOPE_IRQ_EN | DIG_MODE | STOP | WRITE_MODE | WRITE_EN   | SAMPLE_CT_EN | TRIGGER_EN |
| Regiszter olvasáskor<br>209 ( 0xD1 ) | SCOPE_IRQ | SCOPE_IRQ_EN | DIG_MODE | STOP | WRITE_MODE | WRITE_GATE | SAMPLE_GATE  | START      |
| Írható(W)<br>Olvasható(R)            | R         | R/W          | R/W      | W    | R/W        | R/W        | R/W          | R/W        |
| RESET utáni<br>alapérték             | -         | -            | -        | 1    | 0          | 0          | 0            | 0          |

• **Bit 0 – TRIGGER\_EN :**

**Csak 1-be írása értelmezett !** 1-be írva élesíti a trigger áramkört a START és SCOPE\_IRQ biteket 1-be állítja.

Trigger esemény érkezésekor ha ez a bit 1-be lett írva, akkor a START törlődik, a SAMPLE\_GATE és a WRITE\_GATE bitek értéke 1-be íródik.

Olvasáskor a START bit értékét adja és ez 1 egészen addig amíg a trigger áramkör élesítve van és eseményre vár. A START bit a PORT3[0] –ra is kivezethető ha a port kimeneti módban van és a PORT3\_ALT[0] = 1.

• **Bit 1– SAMPLE\_CT\_EN:**

**Csak 1-be írása értelmezett !** 1-be írva engedélyezi a mintatárolás számlálását, a SAMPLE\_GATE bitet 1-be írja.

A számlálás csak akkor indul, ha a WRITE\_GATE = 1.

Olvasáskor a SAMPLE\_GATE értékét adja és ez addig 1 amíg a SAMPLE\_LEN regiszterben beállított értéket el nem éri a mintaszámláló. Ezután automatikusan törlődik. A STOP bit 1-be írásakor is törődik.

A SAMPLE\_GATE bit a PORT3[1] –re is kivezethető ha a port kimeneti módban van és a PORT3\_ALT[1] = 1.

• **Bit 2 – WRITE\_EN:**

**Csak 1-be írása értelmezett !** 1-be írva engedélyezi a mintavételt és annak a tárolását. Tehát a WRITE\_GATE bitet 1-be írja. A tárolás megáll ha a SAMPLE\_GATE = 1 és a mintatárolás eléri a SAMPLE\_LEN regiszterben beállított maximális számot, vagy ha a STOP bitbe 1 kerül.

A WRITE\_GATE a PORT3[2] –re is kivezethető ha a port kimeneti módban van és a PORT3\_ALT[2] = 1.

• **Bit 3 – WRITE\_MODE:**

A mintatároló RAM a DSO felé 32 bit szervezésű. Ezért alap-helyzetben az írás csak akkor történik meg, ha összegyűlt 4 byte. Ha ez a bit 1, akkor minden egyes mintavételnél kiírja az addig összegyűlt byte-okat. Ennek működési módnak akkor lehet jelentősége, ha szükséges az úgynevezett ROLL mód megvalósítása és így a minták folyamatos kiolvasása.

**Ezt csak akkor célszerű használni ha az időalap osztása nagyon nagy.**

**4- nél alacsonyabb osztásnál a gyors mintatárolás miatt a RAM írása során adatvesztést okoz !**

• **Bit 4 – STOP:**

Minden DSO műveletet megszakít. A START, SAMPLE\_GATE, WRITE\_GATE biteket törli.

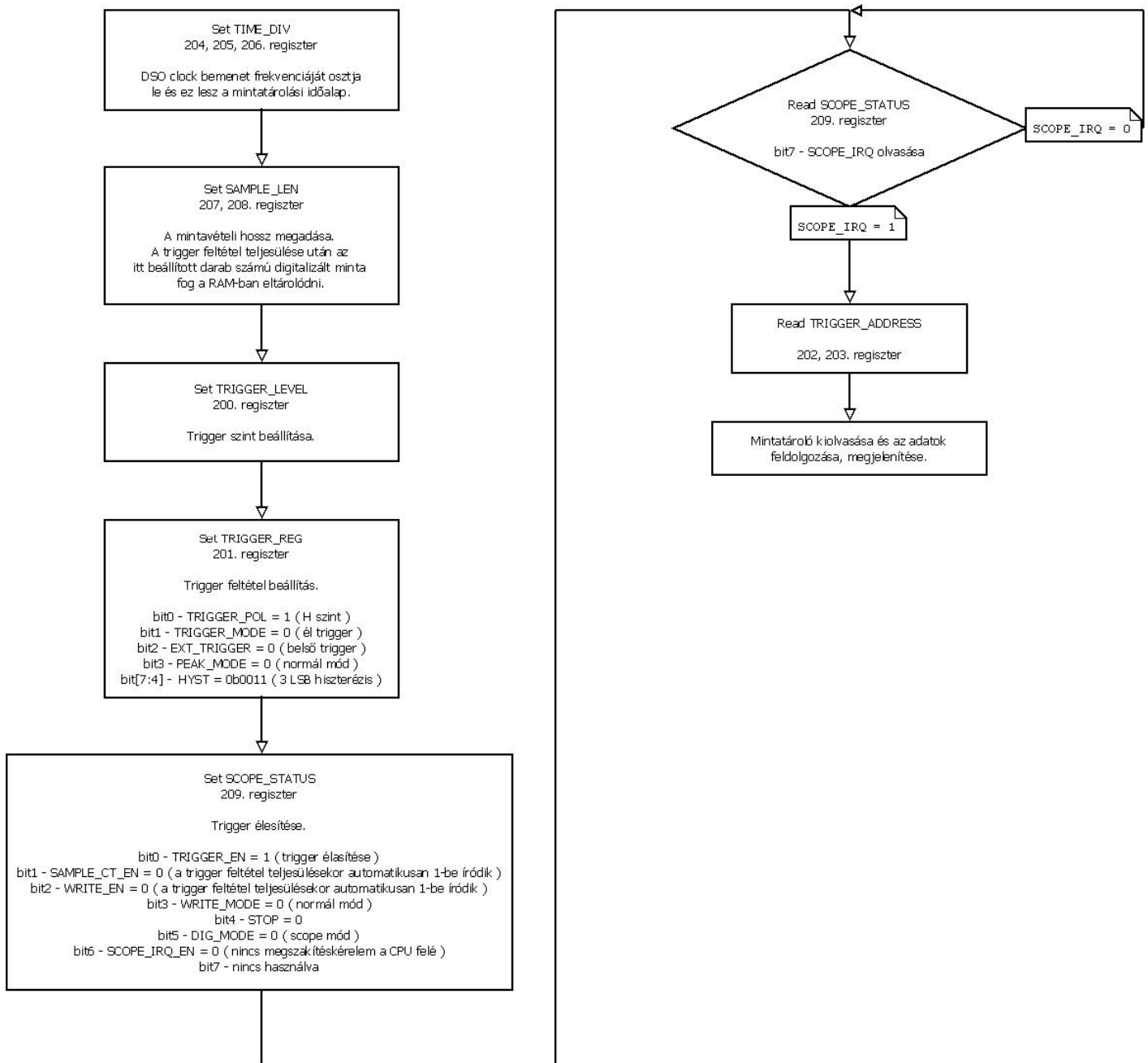
- **Bit 5 – DIG\_MODE:** A trigger komparátort logikai analízátor módba kapcsolja. Ez azt jelenti, hogy a HYST[3:0] biteket figyelmen kívül hagyja. A trigger feltételbe a DIG\_MASK[7:0] is bekerül. Ebben az üzemmódban a PEAK\_MODE nincs értelmezve és a használata esetén hibás mintatárolás lesz az eredmény.
- **Bit 6 – SCOPE\_IRQ\_EN:** A SCOPE\_IRQ értékének az /IRQ kimenetre kerülését engedélyezi vagy tiltja. Ha 1 akkor engedélyez, ha 0 akkor tilt.
- **Bit 7 – SCOPE\_IRQ:** Itt csak olvasható. A TRIGGER\_EN 1-be írása esetén ennek az értéke is 1 lesz. Illetve a 213-es regiszter SCOPE\_IRQ\_ACK írása is 1-be állítja.  
A WRITE\_GATE bit lefutó éle törli.  
Az /IRQ kimenetre csak akkor kerül a bit, ha a vezérlő /CE bemenete „H” szintű. Ez lehetőséget ad arra, hogy a mikrokontroller a megszakítási kérelmet csak akkor kapja meg amikor a vezérlőt nem használja más hardware vagy programrész.



Az FPGA-án belüli korlátozott hely figyelembevételével az alapvető cél, hogy egy viszonylag egyszerű, de jól használható oszcilloszkóp megvalósításának a lehetőségét nyújtsa a felhasználók számára.

Néhány kompromisszum árán az LCD vezérlő mellett ennyi fér bele emiatt bonyolultabb mérési funkciókat csak software-es úton lehet megvalósítani.

Példa képen egy egyszerű felfutó élre történő beállítást az alábbi folyamatábrán lehet végigkövetni.



## **Egyszerű oszcilloszkóp bemeneti fokozat:**

Az alábbi kapcsolási rajzon egy kipróbált és működőképes bemeneti fokozat látható.

Semmi speciális alkatrészt nem tartalmaz és a sávszélessége bőven elegendő egy egyszerű tárolós oszcilloszkóp megépítéséhez.

A bemeneti osztó értékeit attól függően kell megválasztani, hogy a kapcsolat utáni erősítőnek vagy erősítő fokozatoknak milyen az átfogása.

Ha valamilyen folyamatosan állítható erősítő pl.: AD600 vagy AD8337 áramkör lesz utána, akkor egy 2-es és egy 20-as osztót érdemes kialakítani.

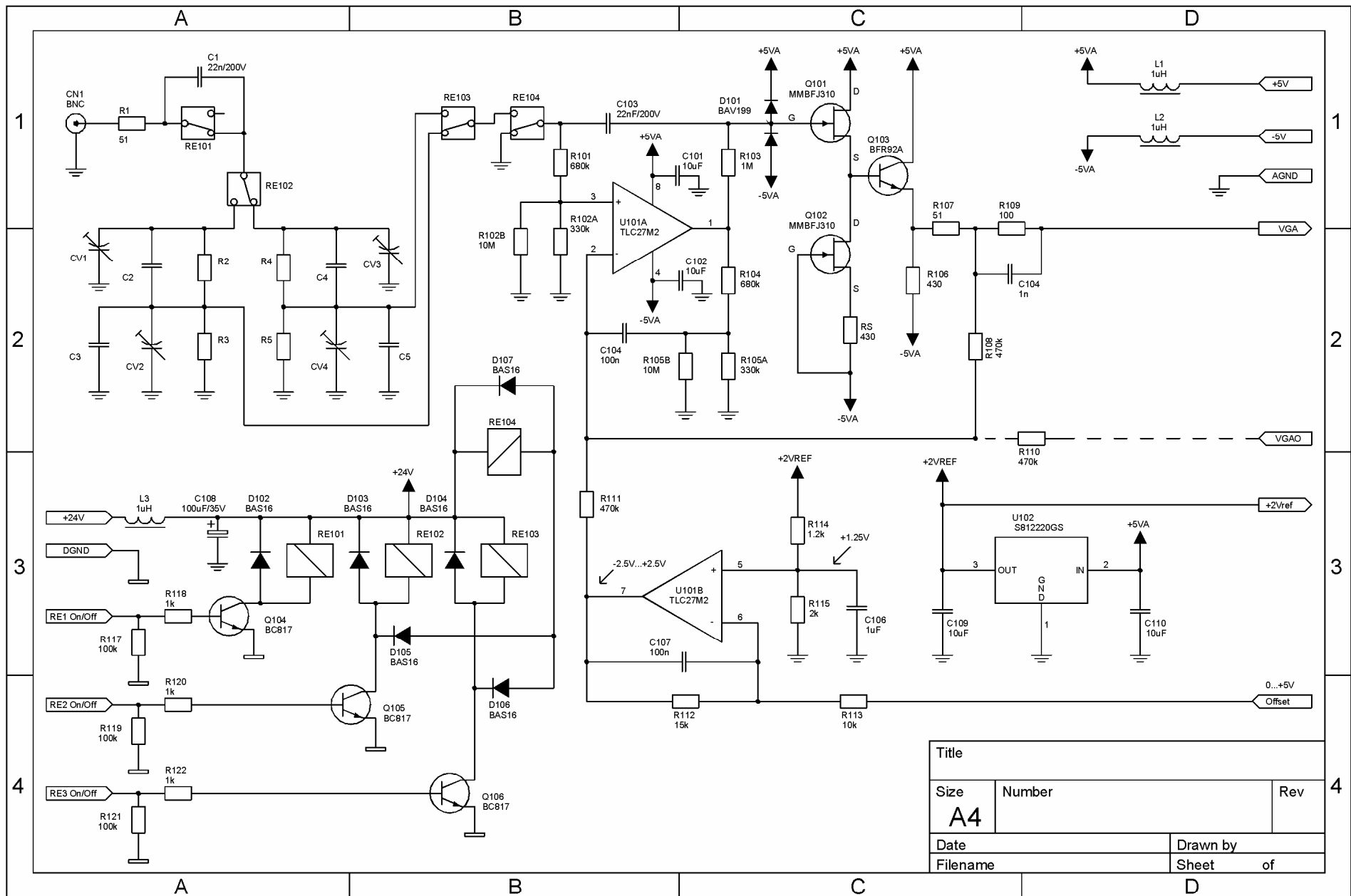
Ha a bemeneti fokozat után fix erősítő fokozatokat alkalmazunk ( 2, 5, 10 stb), akkor azok számától függően kell megállapítani a kívánt értékeket.

Az osztók értékeinek meghatározásánál figyelni kell arra, hogy a bemeneti impedancia mindig 1M $\Omega$  legyen, különben egy 10-es osztású mérőfejnél hibás lesz a mérés.

Az egész áramkört célszerű valamilyen fém dobozba beépíteni. A legjobb az ónozott vaslemezből kialakított dobozka. Csak ezt a bemeneti erősítő áramkört kell benne elhelyezni. Az ezután lévő további fokozatokat illetve az A/D konvertert már nem szükséges árnyékolni.

Az ofszet állítást 0...+5V-os bemeneti feszültséggel lehet elvégezni. Ehhez célszerű minimum egy 14 vagy inkább 16 bit-es felbontású digitálisan állítható feszültséget használni.

Azért kell a nagy felbontás, mert amikor a bemeneti fokozat után lévő erősítők erősítése nagyon nagy, akkor egy kis ofszet feszültség változtatás is nagy mértékben változtatja azok kimenetén lévő feszültség szintet.



|          |          |     |
|----------|----------|-----|
| Title    |          |     |
| Size     | Number   | Rev |
| A4       |          |     |
| Date     | Drawn by |     |
| Filename | Sheet    | of  |

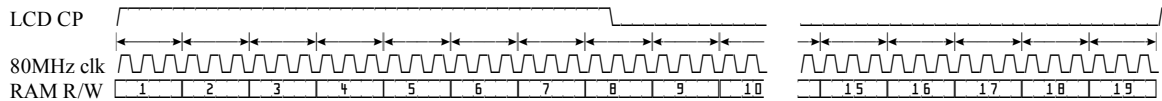


## Az LCD terítő általános működési leírás a teljesség igény nélkül. ☺

Az LCD terítés zavarása nélküli maximális adatátviteli sebesség függ az LCD terítés sebességétől és attól is, hogy mennyi képernyőlap van egyszerre megjelenítve, valamint hogy használ-e külső karaktergenerátort a megjelenítéshez a vezérlő. Bármilyen RAM művelethez 3 órajel szükséges. A maximálisan rendelkezésre álló órajel a Refresh\_Rate \* 2, mert ennyi az LCD shift clock ( CP kivezetés ) periódusideje.

RESET utáni alapállapotban a Refresh regiszter értéke 19 ami kb. 72 Hz-es frissítési frekvenciának felel meg. Ebben az esetben nagyjából 19 RAM ciklus áll rendelkezésre két LCD shift clock órajel között. Ez a következő módon számolható ki. A belső előosztó valójában nem 19 hanem 10-zel több. Ugyanis az FPGA belső előosztója alpból 10 és ehhez adja hozzá a Refresh értékét. Aztán az így kialakult jel egy 2-es osztóra kerül, amelynek a kimenete lesz az LCD CP. Így aztán végül 58 órajel lesz a jel periódusideje.

Ezalatt az LCD terítő logika a RAM-ból felolvashatja a szükséges adatokat. Minden LCD shift clock felfutó élénél kezd el az olvasást és a következő felfutó él előtt 2 órajellel minden pixelinformációnak rendelkezésre kell állnia ahhoz, hogy ne legyen a megjelenítésben semmi hiba.



Persze ez teljes egészében nem használható ki, ugyanis a külső busz ciklusoknál a /RD, /WR jelek él detektálása miatt további 2 órajellel hosszabbak a RAM ciklusok a CPU felé. Azzal is számolni kell, hogy ha egy folyamatban lévő RAM művelet van, akkor csak annak befejezését követően lesz hozzáférhető a RAM.

A lényeg, hogy a maradék idő szabadon felhasználható a külső CPU számára. A terítő logika a különböző RAM kéréseket prioritási sorrendben teljesíti, amely a következő:

| Prioritás        | RAM_Pri regiszter = 0 | RAM_Pri regiszter = 1 |                     |        |
|------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|--------|
| Magas pri. 1     | CPU írás              | 8 bit                 | Text layer olvasás  | 16 bit |
| 2                | CPU olvasás           | 8 bit                 | Ext. CGRAM olvasás  | 8 bit  |
| 3                | Text layer olvasás    | 16 bit                | Layer0 olvasás      | 16 bit |
| 4                | Ext. CGRAM olvasás    | 8 bit                 | Layer1 olvasás      | 16 bit |
| 5                | Layer0 olvasás        | 16 bit                | Layer2 olvasás      | 16 bit |
| 6                | Layer1 olvasás        | 16 bit                | Layer3 olvasás      | 16 bit |
| 7                | Layer2 olvasás        | 16 bit                | CPU írás            | 8 bit  |
| 8                | Layer3 olvasás        | 16 bit                | CPU olvasás         | 8 bit  |
| 9                | Pixelolvasás          | 8 bit                 | Pixel olvasás       | 8 bit  |
| 10               | Pixelírás             | 8 bit                 | Pixel írás          | 8 bit  |
| Alacsony pri. 11 | Screen Capture írás   | 8 bit                 | Screen Capture írás | 8 bit  |

A külső RAM 16bit szervezésű és ezt ahol lehet kihasználja a terítő logika és pufferelem az olvasott adatokat. Emiatt nem minden LCD shift clock periódusban igényli a RAM hozzáférést ami további szabad RAM ciklusokat biztosít a CPU vagy a GPU számára.

Egyszerre csak 4 pixelt terít az LCD-re és a felolvasott 16 bit-es adatokat a beállított bit/pixel módtól függően 2 vagy 4 LCD shift clock ideig a belső pufferből veszi.

Az a táblázatból is jól látszik, hogy a 9, 10 és a 11-es prioritású műveletek a belső GPU működéséhez kellenek és a valósidejű megjelenítésben nincs szerepük. Így ezen műveleteknél az sem okoz problémát, ha esetleg csak több LCD shift clock idő után kapnak RAM hozzáférést. Addig várakoznak amíg az előttük lévő magasabb prioritású funkciókat kiszolgálja a belső logika.

**Olyan esetben, amikor egy magasabb prioritású RAM kérés érkezik, de egy alacsonyabb éppen folyamatban van, akkor azt nem szakítja meg, hanem annak a befejezéséig várakoztat és csak utána indítja a magasabb prioritású RAM műveletet.**

A belső FPGA-ban lévő memória hozzáférést nem korlátozza szinte semmi, ugyanis azok duralport kialakításúak és emiatt nem időkritikus a terítőlogika szempontjából a CPU részére történő hozzáférés. Egyedül azzal kell számolni, ha az FPGA-ban lévő memóriához fordul a CPU, akkor az esetlegesen folyamatban lévő GPU funkció ha sprite-ra vonatkozik, akkor az éppen folyamatban lévő memóriaművelet befejezéséig várakoztatja a CPU-t. Ez maximum 3 órajel lehet.

## Grafikus lapok :

Az egyes grafikus lapok memória kiosztása attól függően változik, hogy 1bit/pixel, 2bit-pixel vagy maszk módban vannak használva.

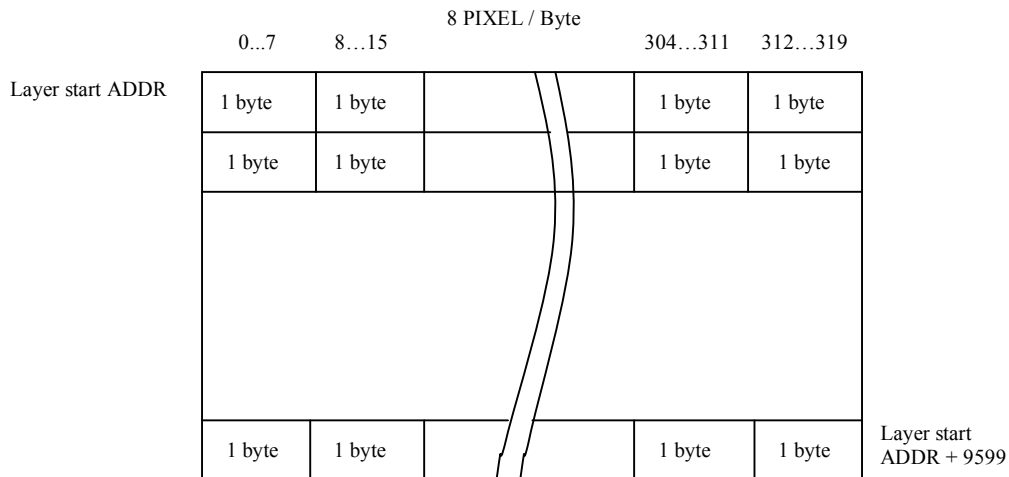
RESET utáni alapállapotban úgy van elosztva a memória a lapok között, hogy a maximális hosszúságot igénylő 2bit/pixel móddal használható legyen az összes. 1bit/pixel és maszk mód esetén fele akkora helyet igényel a RAM-ban és ekkor természetesen a laphatárok is ennek megfelelően tetszőlegesen változtathatóak.

**A GPU összes funkciója a képernyő bal felső sarkát tekinti a 0,0 koordinátának.**

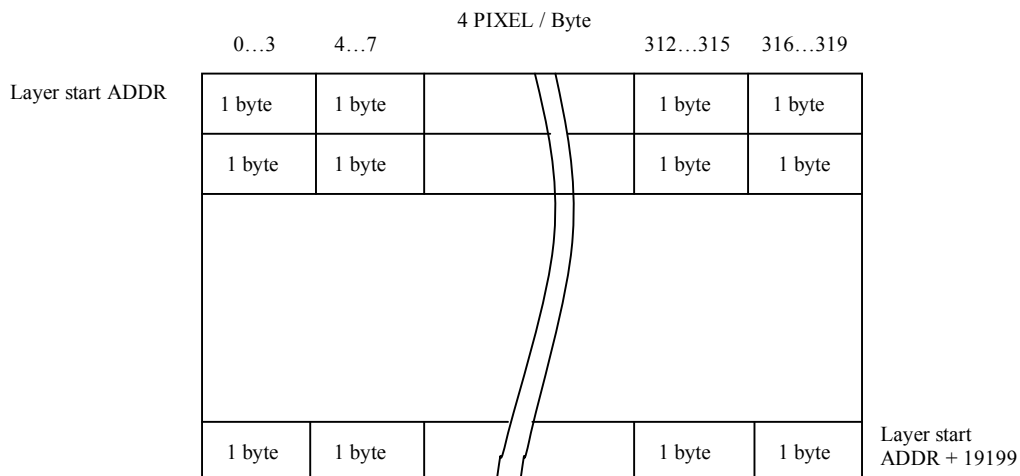
### 1 Byte értelmezése a különböző üzemmódokban

| Bit               | 7                | 6                | 5                | 4                | 3                | 2                | 1                | 0                |
|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| 1 bit / pixel mód | PIXEL 7          | PIXEL 6          | PIXEL 5          | PIXEL 4          | PIXEL 3          | PIXEL 2          | PIXEL 1          | PIXEL 0          |
| 2 bit / pixel mód | PIXEL3 Bright[1] | PIXEL3 Bright[0] | PIXEL2 Bright[1] | PIXEL2 Bright[0] | PIXEL1 Bright[1] | PIXEL1 Bright[0] | PIXEL0 Bright[1] | PIXEL0 Bright[0] |
| Maszk mód         | PIXEL 7 Maszk    | PIXEL 6 Maszk    | PIXEL 5 Maszk    | PIXEL 4 Maszk    | PIXEL 3 Maszk    | PIXEL 2 Maszk    | PIXEL 1 Maszk    | PIXEL 0 Maszk    |

### 1bit/ pixel mód vagy maszk mód



### 2bit/ pixel mód



## Karakteres lap:

1db karakteres lap is használható a grafikus lapok mellett. Minden megjelenített karakterhez 2 byte tartozik. Az első byte tartalmazza a karakter ASCII kódját a második pedig a karakter tulajdonságait ( attribútum ) határozza meg. Mivel a karaktergenerátor helyét karakterenként lehet meghatározni, ami lehet külső vagy belső, ezért egyszerre több mint 256 féle karakter is megjeleníthető. 8x8-as karakterből 40x30, 8x12-es karakterből pedig 40x20 jeleníthető meg normál helyzetben.

Az attribútum bitek jelentése :

| Bit                 | 7              | 6              | 5              | 4              | 3           | 2         | 1         | 0             |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|-----------|-----------|---------------|
| Karakter attribútum | Ext_FPGA_CGRAM | Blink_Mode [1] | Blink_Mode [0] | <b>Inverse</b> | Transparent | Bright[1] | Bright[0] | Ext_Int_CGRAM |

**Ext/Int\_CGRAM :** Ha 0, akkor az FPGA-ban a belső RAM-ban 0x26800 ( 8x8 pixel karakter méret esetén) vagy a 0x27000 ( 8x12 pixel karakter méret esetén) címtartományban kezdődően olvassa a karakter pixel információit. Ha 1, akkor a külső RAM-ból ami alap helyzetben 0x18060 címen található. Természetesen ez utóbbi tetszőlegesen beállítható a 128 kByte-os címtartományon belül.

**Bright:** A karakter fényereje 0...3 tartományban.

**Transparent:** Ha 0, akkor átlátszó ha 1, akkor nem

**Inverse:** Ha 0 akkor normál, ha 1 akkor inverz megjelenítés

**Blink\_Mode:** A karakter villogási módját határozza meg.  
 0 = nem villog  
 1 = inverz villogás  
 2 = normál villogás  
 3 = kurzor villogás

**Ext\_FPGA\_CGRAM:** Ha 1, akkor az FPGA-ban a 2 belső karaktergenerátor RAM utáni címtől kezdődően fogja a karakterek pixel adatait olvasni. Ez csak 1 kByte méretű. Ide célszerű valamilyen speciális karaktereket kódolni.

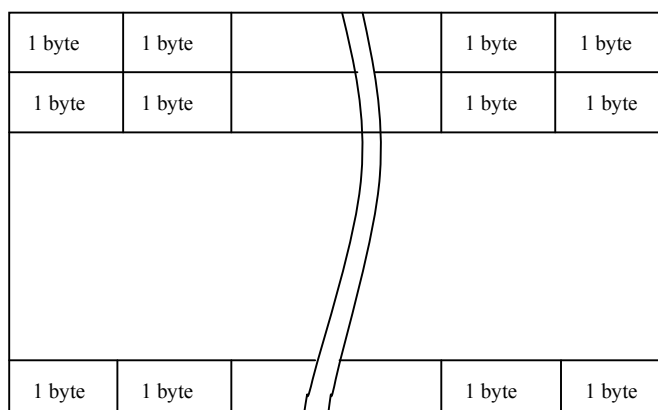
Arra is van lehetőség, hogy az adott karaktermérettől függetlenül kisebb vagy nagyobb méretet adjunk meg az LCD terítőnek mint a valós érték. **Ez viszont a karakteres lap összes karakterére érvényes !** Ha a megadott érték kisebb mint a karakter mérete, akkor a karakter alsó részéből a módosított méretnek megfelelő számú sor el lesz hagyva. Amennyiben nagyobbat adunk meg, akkor a hiányzó részt üres sorokkal egészíti ki.

## Karakteres lap

2 Byte / karakter

0. Karakter 0. Attribútum 39. Karakter 39. Attribútum

Text start ADDR



Text start  
ADDR + 2399