

PCSGU250 skoopin ohjaus USB väylän kautta

Skoopin asetus tapahtuu lähettämällä sille yhtenä pötkönä 10 tavua.

Komento alkaa näillä kolmella tavulla: 0E 80 07

0E = load setting

80 = scope setting command

07 = number of bytes to send

Sitten tulee seitsemän ohjaustavua:

tavu 1 = $\text{volt_div_ch1} + \text{DC_coupling1} + \text{GND_coupling1} * 16$

tavu 2 = $\text{volt_div_ch2} + \text{DC_coupling2} + \text{GND_coupling2} * 16$

tavu 3 = y-position_ch1

tavu 4 = y-position_ch2

tavu 5 = trigg_level

tavu 6 = time_div

tavu 7 = $\text{trg_ch} + 2 * \text{no_trg} + 4 * \text{neg_trg} + 8 * \text{digi_on}$

volt_div_ch1

volt_div_ch2

byte

22 = 10 mV/div

02 = 30 mV/div

24 = 0.1 V/div

04 = 0.3 V/div

28 = 1 V/div

08 = 3 V/div

DC_coupling1

DC_coupling2

bit

0 = AC coupling

1 = DC coupling

GND_coupling1

GND_coupling2

bit

0 = GND coupling Off

1 = GND coupling On

y-position_ch1

y-position_ch2

byte

00 = max position

F7 = min position

78(about) = Middle position according to the calibration data:

CH1 offset at 3V/div

CH2 offset at 3V/div

trigg_level

byte

00 = low

7F = middle

FF = high

time_div

byte	Time/div	sample rate
C1	= 500 ms/div	12.5 MHz /50000
C2	= 200 ms/div	12.5 MHz /20000
E0	= 100 ms/div	12.5 MHz /10000
E1	= 50 ms/div	12.5 MHz /5000
E2	= 20 ms/div	12.5 MHz /2000
F0	= 10 ms/div	12.5 MHz /1000
F1	= 5 ms/div	12.5 MHz /500
F2	= 2 ms/div	12.5 MHz /200
F8	= 1 ms/div	12.5 MHz /100
F9	= 0.5 ms/div	12.5 MHz /50
FA	= 0.2 ms/div	12.5 MHz /20
FC	= 0.1 ms/div	12.5 MHz /10
FD	= 50 us/div	12.5 MHz /5
FE	= 20 us/div	12.5 MHz /2
80	= 10 us/div	12.5 MHz
40	= 5 us/div	25 MHz

trg_ch

bit

0 = Trigger source CH1

1 = Trigger source CH2

no_trg

bit

0 = Trigger Off

1 = Trigger On

neg_trg

bit

0 = Trigger edge Up

1 = Trigger edge Down

digi_on

bit

0 = Digital display mode Off

1 = Digital display mode On

Esim.

Tämä komentojono asettaa skoopin aloitustilaan: 0E 80 07 29 29 76 75 7F F8 00

Volts/div = 1V (ch1 ja ch2)

Time/div = 1ms

Y-position = middle

Trigger level = middle

Trigger = off

Source = Ch1

Edge = positive

Datan luenta

Skoopille lähetetään ensin 09 ja sitten 0B:

byte

09 = skoopin resetointi
0B = triggausta odotetaan

Skoopilta tulevia merkkejä luetaan tämän jälkeen yksi kerrallaan.

1. Skooppi lähettää toistuvasti merkkiä 4E ("N") siihen saakka kunnes triggaus tapahtuu.
 2. Kun triggaus tapahtunut ja skooppi lukenut datan muistiinsa se lähettää merkin **44** ("D")
 3. Tämän jälkeen skoopille lähetetään merkki **0A**, jonka jälkeen skooppi lähettää 8192 tavua dataa. Data luetaan skoopilta.
- Ensimmäinen tavu on kanavan 2 dataa toinen tavu kanavan 1 dataa jne.

Toiminta Transient Recorder tilassa

Asetetaan

no_trg

bit

0 = Trigger Off

time_div

byte Time/div sample rate

80 = 10 us/div 12.5 MHz

Lähetetään skoopille esim. 0E 80 07 29 29 77 75 7F 02 00

Asetusten kannalta tärkeitä tavuja ovat tuo toinen (80) ja viimeinen (00).

Seuraavaksi skoopille lähetetään 09 ja sitten 0B:

byte

09 = skoopin resetointi

0B = triggausta odotetaan (trigger off, joten data tulee pian.)

Skoopilta tulevia merkkejä luetaan tämän jälkeen yksi kerrallaan kunnes saadaan 44 ("D").

Tämän jälkeen skoopille lähetetään merkki 0A, jonka jälkeen skooppi lähettää 8192 tavua dataa.

Data luetaan skoopilta.

Tätä dataa ei käytetä mihinkään.

Seuraavaksi skoopille lähetetään 0C

Tämä laittaa skoopin tilaan jossa se lähettää 64 merkkiä dataa ja suorittaa sen jälkeen automaattisen resetoinnin ja uuden datan lähetyksen.

Tavu 0C lähetetään ohjelmallisen ajastimen ohjaamana siten, että saadaan haluttu määrä näytteitä aikayksikössä.

Kun 0C on lähetetty, niin skoopilta tulevia merkkejä luetaan yksi kerrallaan kunnes saadaan 44.

Luetaan skoopilta 64 merkkiä dataa. Datasta otetaan yksi tavu / kanava (esim. tavu numero 62 Ch2 ja tavu 61 Ch1) ja piirretään niiden avulla yksi piste kummankin kanavan käyrää kuvaruudulle.

Kun data on luettu, niin skoopille lähetetään sopivan ajan kuluttua taas 0C, odotetaan sieltä 44, luetaan dataa 64 merkkiä, piirretään yksi piste lisää ruudulle jne.

Toiminta Logic Analyzer tilassa (10110010 näppäin painettu)

Asetetaan

digi_on

bit

1 = Digital display mode On

Skooppia ohjataan normaalisti ja luetaan 8192 tavua dataa.

Näytölle piirretään käyrä datan biteistä. Piirto aloitetaan kummankin kanavan ensimmäisen tavun alimmasta bitistä. Jos bitti on 1 niin piirretään ruudulle ylempää viivaa, jos 0, niin piirretään alemmaa viivaa. Näin saadaan digitaalisen signaalin kuva ruudulle.

PCSGU250 funktiogeneraattorin asetus

Funktiogeneraattorin asetukset alkavat lähettämällä yhtenä pötkönä 7 tavua.

Jokainen komento alkaa näillä kolmella tavulla: 0E 05 04

0E = load setting

05 = stop and reset counting

04 = number of bytes to send

Sitten tulee nuo neljä ohjaustavua:

tavu 1 = dc_offset

tavu 2 = ampl + 8*sel_f + 64*relay_state

tavu 3 = correction + 16*Power_LED

tavu 4 = filtteri + 8*enable_sweep

dc_offset = aaltomuodon offset. Nollataso on 7F, -5V offset on 00 ja +5V offset on FF.

ampl = generaattorin karkea amplitudiasetus, 3 bittiä.

sel_f = generaattorin taajuusalue, 3 bittiä. (Tämä data ei ole FPGA:ssa käytössä nyt - voit pitää koko ajan nämä bitit nollana.)

relay_state = generaattorin lähdön releiden tila, 2 bittiä. (Tämä data ei ole FPGA:ssa käytössä nyt - voit pitää koko ajan nämä bitit nollana.)

correction = amplitudin hienosäätö +/-5%, 3 bittiä.

Power_LED = LED:in tila, 2 bittiä. 0 = sammuneena, 1 = himmeämpi, 2 = kirkkaampi.

filtteri = taajuusalueen ja aaltomuodon mukaan asetettava filtteri, 3 bittiä.

enable_sweep = sallii sweep toiminnon, 1 bitti. 1 = sweep, 0 = sweep stop

Esim.

Generaattorin perusasetukset tulevat tällä komennolla: 0E 05 04 7F 4E 24 0F

Generaattorin aaltomuodon asetus

Lähetetään ensin tavu 0x04.

Sitten lähetetään 512 merkinen aaltomuotodata.

Generaattorin taajuuden asetus

Lähetetään 0E 02 13 ja sen perään yhtä pötköä 19 merkinen taajuusasetus (tarkempi selostus seuraavilla sivuilla).

Esim. 0E 02 13 00 00 00 00 00 00 00 00 00 23 D6 E2 53 00 00 A0 86 01 00 00

Lopuksi generaattorille lähetetään 0x06, joka käynnistää aaltomuodon generoinnin.

Filtterin asetus

Sweep toiminnossa

(f tarkoittaa tässä pyyhkäisyn aloitustaajuutta tai lopetustaajuutta)

f = 0...50 kHz filtteri = 7

f = 50 kHz ... 150 kHz filtteri = 6

f = 150 kHz ... 300 kHz filtteri = 5

f = 300 kHz ... 500 kHz filtteri = 4

f = 500 kHz ... 700 kHz filtteri = 2
f = 700 kHz ... 1000 kHz filtteri = 1

Sini- ja kolmioaallolla

f = 0...50 kHz filtteri = 7
f = 50 kHz ... 150 kHz filtteri = 6
f = 150 kHz ... 300 kHz filtteri = 5
f = 300 kHz ... 400 kHz filtteri = 3
f = 400 kHz ... 500 kHz filtteri = 2
f = 500 kHz ... 1000 kHz filtteri = 1

Sin(x)/x aallolla

f = 0...50 kHz filtteri = 7
f = 5 kHz ... 50 kHz filtteri = 6
f = 50 kHz ... 500 kHz filtteri = 1

Kanttiaallolla filtteri = 0

Kirjastoaloilla

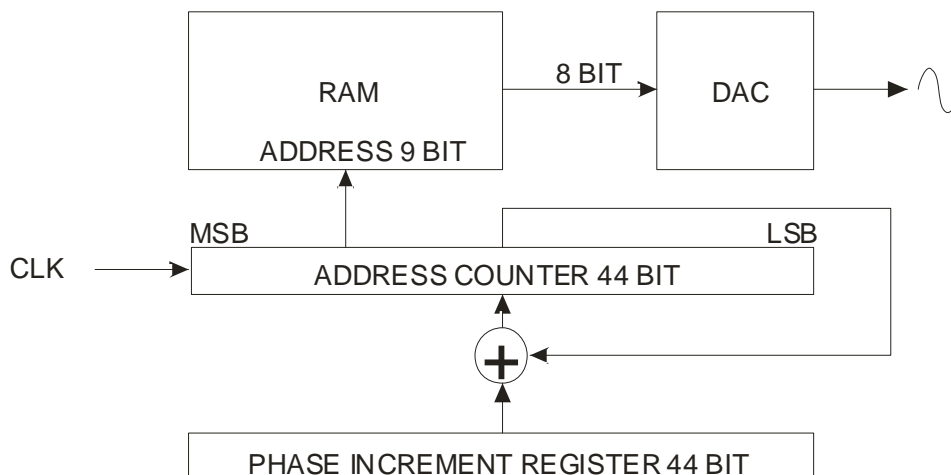
f = 0...50 kHz filtteri = 7
f = 50 kHz ... 500 kHz filtteri = 0

DC signaalilla filtteri = 7

PCSGU250 funktiogeneraattorin taajuuden ja taajuuspyyhkäisyn asetus

Toiminta funktiogeneraattorina

DIRECT DIGITAL SYNTHESIS BLOCK OF THE PCSGU250



Toiminta

RAM muistiin on tallennettu 512 merkkiä, jotka muodostavat yhden signaalijakson aaltomuodon. Muistin osoitetta kasvatetaan 44 bittisen osoitelaskurin ylimmillä 9 bitillä. Osoitelaskuria kasvatetaan CLK kellon tahdissa. CLK on joko 12.5MHz (kun filtteri < 6) tai 6.25 MHz (kun filtteri > 5). (Ohjelman muuttujalla "filtteri" ohjataan digitaalisen suodattimen toimintaa ja näytteistyskellon nopeutta FPGA piirin sisällä.)

Muistiosoitteen kasvatusmäärä tallennetaan PHASE INCREMENT REGISTER rekisteriin, joka myös on 44 bittinen. Tämän rekisterin arvo lisätään jokaisella kellopulssilla ADDRESS COUNTER rekisterin arvoon.

PHASE INCREMENT arvon laskeminen

Jotta D/A muuntimen (DAC) lähdöstä saataisiin oikeaa taajuutta ulos pitää RAM muistin ositteen tehdä "täysi kierros" 0 ... 512 yhden signaalijakson aikana.

Tämä saadaan aikaan siten, että ADDRESS COUNTER laskuria kasvatetaan sopivalla määrällä jokaisella kellopulssilla.

Tuo kasvatusmäärä tallennetaan PHASE INCREMENT rekisteriin.

$$\text{PHASE INCREMENT} = 2^{44} * (\text{haluttu taajuus}) / (\text{CLK taajuus})$$

esim 1.

haluttu taajuus = 500 Hz

siniaalto

filteri = 7

CLK taajuus = 6.25 MHz

$$\text{PHASE INCREMENT} = 2^{44} * 500 / 6,25\text{e}6 = 1407374883,55328$$
$$= 00\ 00\ 53\ \text{E}2\ \text{D}6\ 23$$

esim 2.

haluttu taajuus = 500 Hz

kanttiaalto

filteri = 0

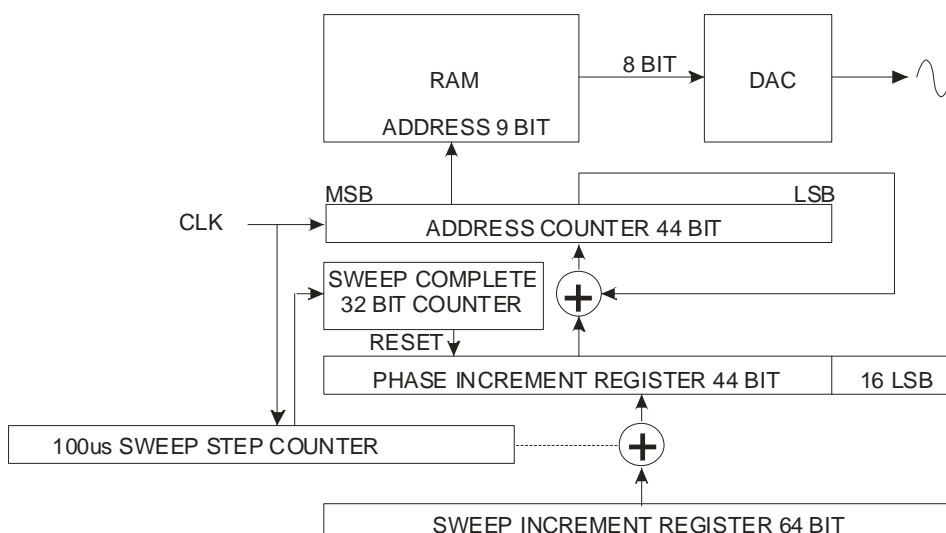
CLK taajuus = 12.6 MHz

$$\text{PHASE INCREMENT} = 2^{44} * 500 / 12,6\text{e}6 = 703687441,77664$$
$$= 00\ 00\ 29\ \text{F}1\ 6\text{B}\ 11$$

Luvun kokonaisosa lähetetään skoopille alin tavu ensimmäisenä.

Toiminta taajuuspyyhkäisytilassa

DIRECT DIGITAL SYNTHESIS BLOCK OF THE PCSGU250



Edellisten lisäksi nyt on käytössä taajuuden kasvatus.

Taajuutta kasvatetaan SWEEP INCREMENT rekisteriin tallennetun luvun avulla.

Tuo luku summataan 100us välein PHASE INCREMENT rekisterin arvoon.

Lisäksi noita 100us pulsseja lasketaan 32 bittisellä laskurilla. Kun laskuriin on tullut SWEEP COMPLETE rekisteriin tallennettua lukua vastaava määrä pulsseja on taajuuspyyhkäisy suoritettu. Tällöin PHASE INCREMENT rekisteriin ladataan alkuperäinen arvo ja uusi taajuuspyyhkäisy alkaa.

SWEEP INCREMENT rekisteriin tallennettava luku lasketaan pyyhkäisyn lopputaajuuden f_2 ja aloitustaajuuden f_1 erotuksen avulla seuraavasti:

jos filtti > 5

$$\text{SWEEP INCREMENT} = 2 * 2^{64} * (f_2 - f_1) / (\text{CLK taajuus}) / (\text{pyyhkäisy aika [s]} * 10000)$$

jos filtti < 6

$$\text{SWEEP INCREMENT} = 2^{64} * (f_2 - f_1) / (\text{CLK taajuus}) / (\text{pyyhkäisy aika [s]} * 10000)$$

esim:

$f_1 = 1000 \text{ Hz}$

$f_2 = 10000 \text{ Hz}$

filtti > 5

pyyhkäisy aika = 25s

CLK taajuus = 6.25 MHz

$$\text{SWEEP INCREMENT} = 2 * 2^{64} * 9000 / 6.25e6 / (25 * 10000) = 212506491729,134$$

= **00 00 00 31 7A 5F BB 51**

Luvun kokonaisuosa lähetetään skoopille alin tavu ensimmäisenä.

SWEEP COMPLETE rekisterin arvon laskeminen

Rekisteri sisältää pyyhkäisyn keston 100us yksikköinä kun filtti < 6 ja 200us yksikköinä kun filtti > 5.

kun filtti < 6

$$\text{SWEEP COMPLETE} = 10^4 * \text{pyyhkäisy aika}$$

kun filtti > 5

$$\text{SWEEP COMPLETE} = 10^4 * \text{pyyhkäisy aika} / 2$$

esim.

pyyhkäisy aika = 25s

filtti > 5

$$\text{SWEEP COMPLETE} = 10^4 * 25 / 2 = 125000$$

= **00 00 01 E8 48**

Eli tämän esimerkin taajuuspyyhkäisytilassa skoopille lähetetään lineaarisen taajuuspyyhkäisyn tapauksessa:

0E 02 13 **51 BB 5F 7A 31 00 00 00** 47 AC C5 A7 00 00 **48 E8 01 00 00**

Jos taajuuspyyhkäisyn halutaan olevan **logaritminen**, niin SWEEP INCREMENT lasketaan kaavalla:

kun filtti > 5

$\text{SWEEP INCREMENT} = 2 * 2^{59} * 9000 / 6.25e6 / (25 * 10000) = 6640827866,53544$
= **00 00 00 01 8B D2 FD DA**

SWEEP COMPLETE lasketaan kaavalla:

$\text{SWEEP COMPLETE} = 10^4 * 25 / 2 / 8 = 15625$
= **00 00 00 3D 09**

Lisäksi alimman viimeiseksi lähetettävän tavun bitti 1 asetetaan ykköseksi. Tällä välitetään tieto FPGA piirille, että taajuuspyyhkäisy on logaritminen.

Skoopille lähetettävä merkkijono on täten:

0E 02 13 **DA FD D2 8B 01 00 00 00** 47 AC C5 A7 00 00 **09 3D 00 00 02**

f1 = 1000 Hz

f2 = 10000 Hz

filteri > 5

pyyhkäisy aika = 25s

CLK taajuus = 6.25 MHz

logaritminen taajuuspyyhkäisy