

Introduktion till Digital Discovery

LiU - ISY - Dator teknik

28 september 2021

1 Inledning

Logikanalysatorn är ett av de absolut mest användbara verktygen vid felsökning av digital elektronik. Syftet med den här övningen är inte att alla grupper ska mäta upp exakt samma egenskaper hos testobjektet utan att alla ska få chansen att experimentera med en logikanalysator med hjälp nära till hands.

Det finns inga förberedelseuppgifter, men läs gärna igenom denna laborationsmanual i förväg.

Syftet med den här laborationen är att du ska kunna använda en logikanalysator effektivt för verifiering och felsökning. På nästa sida finns ett antal övningar och frågor. När du tycker att du klarar med dessa, eller på annat sätt känner dig bekväm med mätmiljön, så kan du redovisa.

1.1 Mätobjektet

Mätobjektet är ett experimentkort med en enchipsdator på. Se till att strömmen är på (om inga lysdioder lyser, så testa switchen nära strömsladden).

Leta reda på de stift som är betecknade med PD0 till PD7. Dessa stift är kopplade direkt till enchipsdatorns utgångar. Det blir din uppgift att ta reda på vad som händer på de olika utsignalerna. Även en knapptryckning på SW0 och SW1 kan göra så att det händer något.

1.2 Grundläggande inkoppling

För att fungera måste logikanalysatorns probar jordas tillsammans med mätobjektet. Detta uppnås genom att koppla en av de svarta sladdarna på probarna till mätkortets jord (GND). Koppla därefter in sladd 0–7 på *Digital Discovery* till mätkortets port PD0 – PD7 (notera ordningen).

Var försiktig med hårdvaran. Spända sladdar kan gå sönder, med glapp och felaktiga mätningar som resultat.

1.3 Analysatorn

Vi använder logikanalysatorn *Digital Discovery*, som består av en liten “logikpuck” som är kopplad till datorn, samt programmet WaveForms (se <https://reference.digilentinc.com/reference/software/waveforms/waveforms-3/start>).

Starta WaveForms (W) från startmenyn på datorn.

Du måste nu skapa ett nytt “workspace”: I tabben *Welcome* väljer du *Logic*, och får upp en ny tabb som heter “Logic 1”.

Klicka på det gröna korset för att lägga till kanal. Lägg till “Signal”, och välj DIN 0–7. Nu ska DIN 0 vara kopplad till PD0 på kortet etc. Klicka på “Run”.

Nu är du igång. Dags för lite teori och sedan mätuppgifterna.

1.4 Om att mäta, några begrepp

Ett centralt begrepp är *trigga*, vilket innebär att definiera “tidpunkt 0” för en given mätning som ska visas på skärmen. Triggvillkoret kan t.ex. vara att en signal får en stigande flank (övergång från 0 till 1) eller startbit på någon databuss, eller något annat.

Analysatorn lyssnar på sladdarna, spelar in i en cyklisk buffert, och avgör när ett triggvillkor är uppfyllt (“triggpunkt”). Då fortsätter inspelningen en kort stund, och resultatet kopieras till skärmen. Efter det fortsätter analysatorn att lyssna efter en ny triggpunkt. Den inspelade signalen kring triggpunkten kopieras till skärmen så ofta att det ser kontinuerligt ut för oss.

Genom att ändra tidsskalan kan man zooma in på en intressant del av en signal. Eventuellt måste man då lägga triggpunkten utanför den synliga delen av signalen.

2 Mätuppgifter

Nu är det dags att börja mäta. Du är i ganska hög grad utlämnad till att testa dig fram, med endast några enstaka tips. Var rädd om fysiska sladdar, men var inte rädd att prova dig fram i mjukvaran.

Om du stöter på problem, försök att googla eller lösa det själv (det är en bra träning i problemlösning, samt att man ofta lär sig bättre så). Annars finns labbassistenten nära till hands.

2.1 Hitta alla “aktiva” signaler

Du bör direkt på skärmen kunna avgöra vilka signaler som det händer något på. SW0 och SW1 på mätkortet ska påverka beteendet på några av pinnarna, kan du se hur?

2.2 Mäta tid

Tryck på “Stop” för att stanna mätningen. Zooma (skrollhjulet) så du ser ungefär två hela perioder på PD5. Eventuellt kan du behöva köra ett Single-steg (bredvid Run-knappen).

Kolla på X-axeln och försök att manuellt uppskatta periodtid (stigande till stigande flank) och pulstid (stigande till fallande flank) på PD4. Sedan kan du mäta upp dessa exakt. Till höger direkt ovanför vågfönstret så finns några ikoner som kan hjälpa dig.

Vad har PD4 för “duty cycle” (procent av periodtiden som signalen är hög)? Vad har PD4 för frekvens?

För kommande bruk: Mät upp pulstid på PD3, och lägg den på minnet.

2.3 Trigga på något

Starta mätningen igen (Run). Utan triggvillkor så ser signalerna bara kaosartade ut. Prova att trigga på t.ex. stigande flank på några signaler. Genom att klicka på “X” i kolumnen T, så kan du skapa en “simple trigger”.

SW1 slår av/på aktivitet på bl.a. PD0. Prova att trigga på de lite längre pulserna på PD0. Bland knapparna ovanför vågfönstret så finns triggknappen “Pulse”. Välj alternativet “More”, och ställ in lämplig gräns (pulstiden från PD3 är lämplig). Ändra Mode från “Auto” till “Normal”, vad händer när ingen triggpunkt kommer?

2.4 Zooma och panorera

När du triggat på något, så kan du zooma med skrollhjulet, och panorera genom att dra i vågfönstret med muspekaren. Notera att triggpunkten markeras med en svart pil på x -axeln. Du kan även ställa in zoom-nivå och offset i textfälten uppe till höger. Om du råkat zoomat bort från triggpunkten, kan du sätta offset=0.

Har du hittat att ett tryck på SW0 ger ett kort pulståg på PD6 än? Prova att trigga på stigande flank på PD6. Ibland är det så mycket brus från övriga signaler att analysatorn hittar triggpunkter hela tiden på PD6, då behöver du trigga på pulser bredare än 100 ns. Zooma in på pulståget. Tryck på SW0 några gånger för att se att vågformen uppdateras varje gång.

2.5 Avkoda parallellbuss

PD2 till PD5 ser ut som en konstig räknare. För att få en bättre bild av värdet, kan vi tolka bitarna binärt.

Lägg till dessa som en ny kanal: Gröna plus-tecknet - Bus. Lägg till aktuella bitar (DIN2-5 om du kopplat rätt), och sätt LSB = 0 (d.v.s. PD2).

Vad får du för sifferordning under en period av signalen?

2.6 Avkoda I2C-buss

Som du kanske har listat ut, så utgör PD0 och PD1 en seriebuss, där PD0 är klockan. Det är en I2C-buss (om det är nytt för dig, så googla gärna).

I2C i korthet: Man kan skicka/ta emot paket. Först ett s.k. startvillkor, sedan adressbyte+read/write, följt av ett antal databytes, och slutligen ett stoppvillkor. Varje byte åtföljs av en ACK eller NACK.

Lägg till en ny I2C-kanal, med 7 bitars adress.

Bland trigger-knapparna ovanför vågfönstret, så kan du välja Protocol \rightarrow I2C, och sedan trigga på startvillkor.

Vilka värden skickas över I2C-protokollet (du behöver inte hitta något mönster)?

2.7 Utmaningen (om du har tid)

På PD7 finns två korta pulser för varje period. Den ena är aningen längre än den andra. Hur långa är de, och vilken är längst? Försök trigga på den längre av dem.