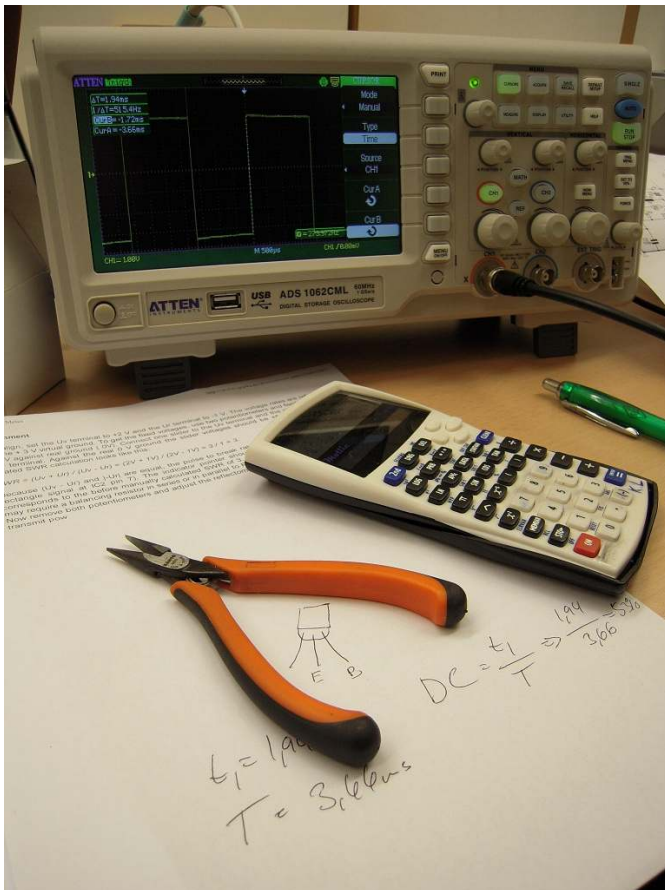




Oscilloskop, analoga - digitala, en inledande översikt

- av Leif Nilsson SM7MCD -

När vi arbetar med elektronik når vi snabbt ett behov av att se hur spänningen i en krets varierar med tiden. Det instrument vi då letar efter är oscilloskopet. Inom utbildningen i Kalmar Radioamatörsällskap (KRAS) regi har vi låtit oscilloskopet få en central plats i utbildningen, vi har använt både klassiska CRT-oscilloskop och vidare till de senaste digitala oscilloskopen med inbyggt datorstöd och widescreen. Vi har dessutom tagit utbildningen vidare från att bara använda det klassiska oscilloskopet i tidsplanet, till att arbeta helt i frekvensplanet via de moderna oscilloskopens möjligheter med FFT-analys och matematiska beräkningar.



Jag tänker här börja med att gå igenom några grunder för oscilloskopet som arbetar i det klassiska tidsplanet, dessa grunder är även nödvändiga för att kunna arbeta vidare med oscilloskopet i både rent felsökande som kreativt nyskapande verksamhet.

Det är idag lätt att få tag i ett begagnat analogt oscilloskop. För c:a tusen kronor kan man få ett oscilloskop med 20 MHz bandbredd och ett par begagnade 10X-prober. De digitala oscilloskopen har oftast en bandbredd på 25 MHz eller mer och kostar nya från 3000 kr och uppåt.

Många frågar om skillnaden mellan analoga och digitala oscilloskop, och jag brukar göra följande ganska "svepande" generalisering.

A) Klassiska analoga oscilloskop med bandbredd mellan 10 – 50 MHz som alltid har ett katodstrålerör (CRT) med elektrostatisk avlänkning som presenterar resultatet. Katodstråleröret gör att oscilloskopet får ett djup av c:a 40 – 50 cm.

B) Dagens digitala oscilloskop har ofta en bandbredd på 100 MHz eller mer, informationen presenteras på en LCD-skärm, de äldre oftast i svart/vitt med "backlight". Numera har de flesta en skärm med full färgskala likt en liten notebookdator. I regel ingår en "modul" med olika funktioner som voltmeter, frekvensräknare, stigtid, pulskvot plus olika möjligheter att vektorisera mellan samplingarna. Vissa har beräkningsmoduler med FFT-analys, integral- och derivataberäkning, olika form av databuskommunikation mellan dator och andra instrument etc.

Sådana oscilloskop har i regel samma utseende och storlek på frontpanelen som de klassiska analoga oscilloskopen, men de har bara ett djup på ca. 1 dm.



En ganska klagörande bild om vad som skiljer mellan det större analoga CRT-oscilloskopet och det mindre digitala oscilloskopet med sin LCD-skärm. Notera framförallt att man behållit layouten på frontpanelen på ett föredömligt sätt och därmed behållit full funktionalitet för den vane yrkesmannen.

(Hade det varit en amatörradiotillverkare som utvecklat nya oscilloskop hade frontpanelen suttit på ena kortsidan och alla

inställningar placerade i undermenyer med en obegriplig brist på standard. Här finns mycket att lära om vad en genomtänkt ergonomi erbjuder den kreative användaren.)

C) Mellan dessa huvudgrupper finns det en mellangrupp där olika lösningar prövades, det finns digitala oscilloskop med klassiska CRT, samt med "vanlig" TV-CRT med magnetisk avlänkning, både monokroma och med färgskärm. Philips/Fluke tillverkade en fin serie oscilloskop som var omkopplingsbara mellan analogt – digitalt med presentation med CRT.

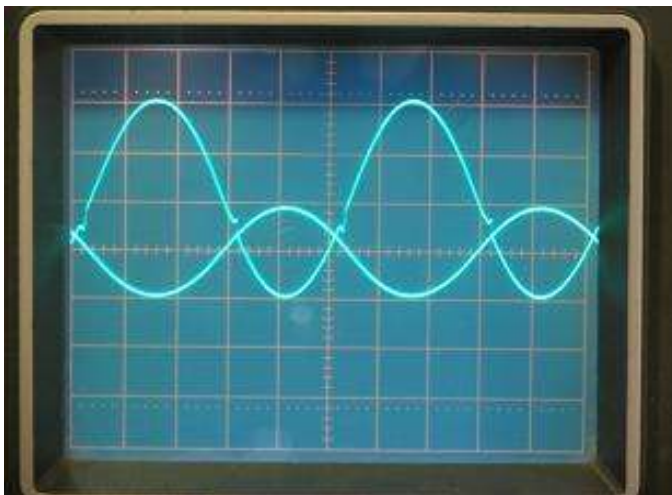
D) Mjukvarudefinierade oscilloskop som vanligen består av en yttre del innehållande "mätinstrumentet" kopplas till en dator och som därmed tillsammans med lämpligt program blir ett oscilloskop med alla kontroller via tangentbordet och musen. Fungerar ganska bra, men är ofta väldigt långsamma att arbeta med om man är van vid "hårdvaruoscilloskop". De som är vana att simulera sina kopplingar och därmed arbeta med "simulerade oscilloskop" känner dock igen sig och tycker säkert att det fungerar alldeles utmärkt.

Många av oscilloskopen i grupp C har väldigt bristfällig triggfunktion och är därför ofta ett osäkert kort när de dyker upp på begagnatmarknaden. Till viss del gäller detta även för många oscilloskop ur grupp D, men utvecklingen går fort så det kommer nog inte att vara något problem framöver.

Vilken typ av oscilloskop är då bäst att köpa? Personligen föredrar jag fortfarande de klassiska CRT-oscilloskopen, men de senaste widescreen-oscilloskopen med all sin datakraft erbjuder ett mycket kraftfullt verktyg att arbeta med, så hos mig står de jämte varandra och används växelvis, beroende på vad det är typ av signaler jag skall mäta på. Vissa av de tidiga instrumenten av den digitala typen är minst sagt märkliga i den praktiska hanteringen, vilket verkligen kan ställa till det för den oinvigde. Med andra ord, kontrollera noga vad det är du köper innan du bestämmer dig om du tittar på begagnade digitala oscilloskop.

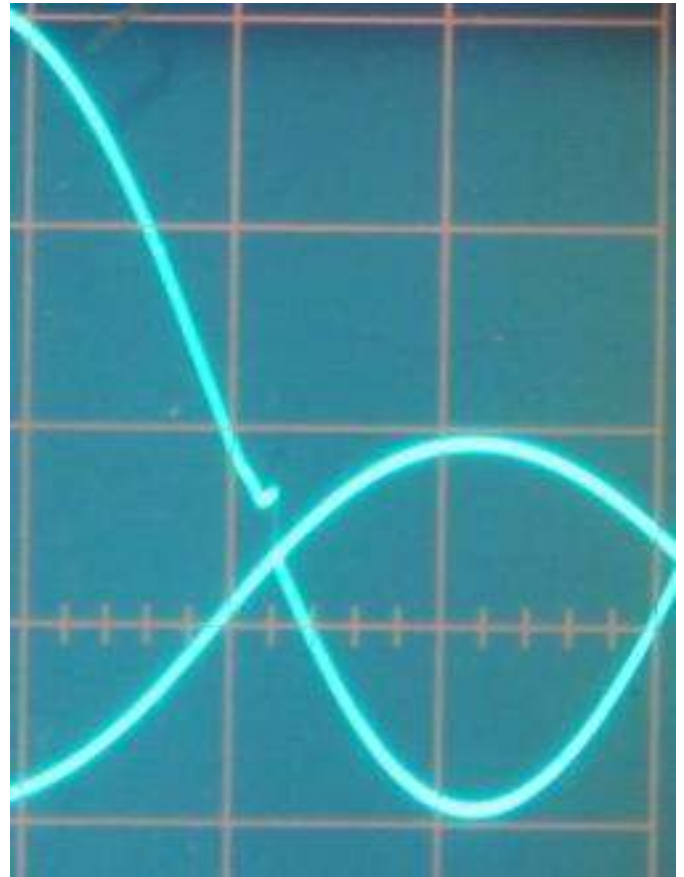
En funktionsöversikt

Nedan följer tre bilder på samma signal som presenteras på tre olika oscilloskop.

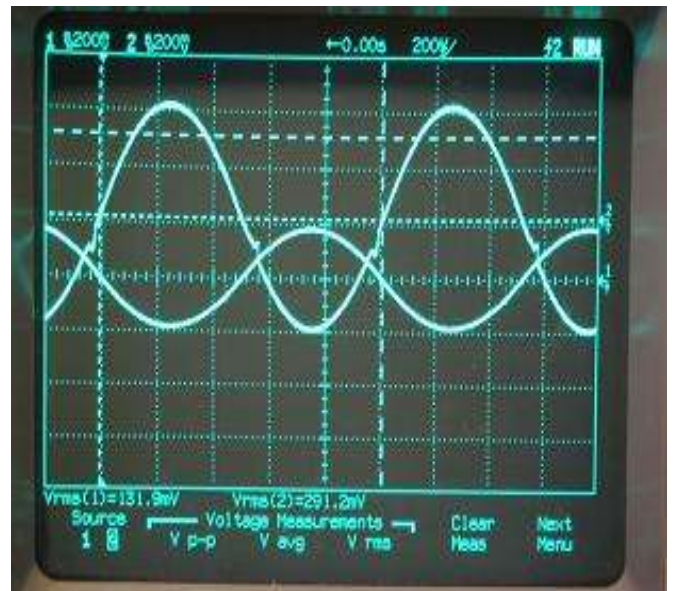


Denna bild är från ett klassiskt CRT-oscilloskop, notera detaljer kring det "hack" som finns i den ena signalen.

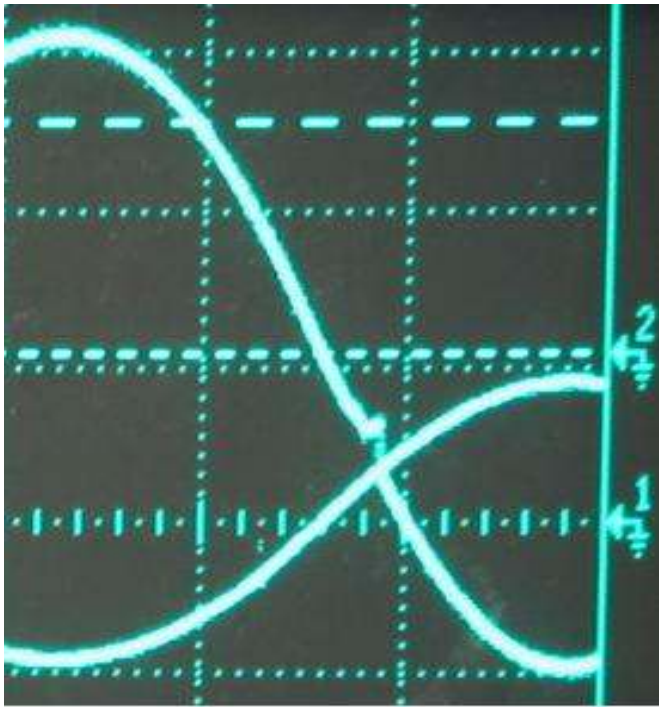
det syns tydligt att signalen har ett väldigt snabbt förlopp då intensiteten på strålen minskar betydligt i vertikala delar.



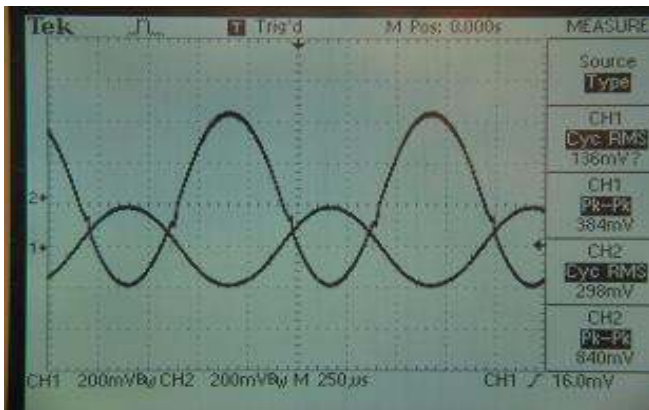
För en erfaren användare säger denna information att det finns ett högt frekvensinnehåll i signalen med risk för störningar på övriga kretsar.



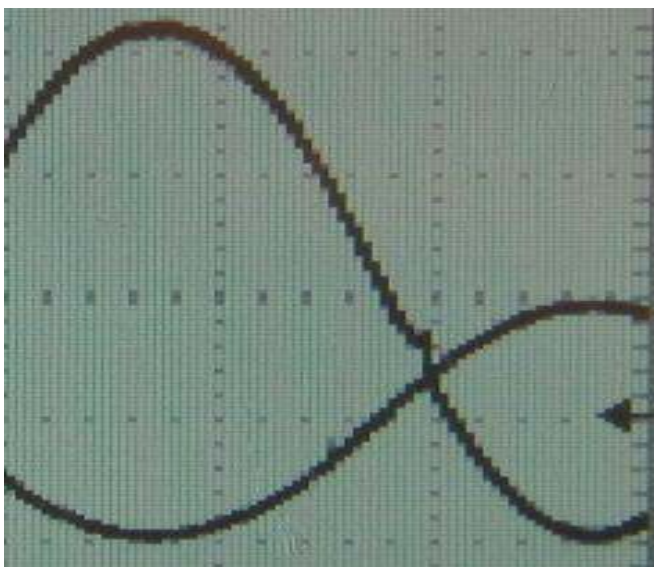
I detta digitala oscilloskop presenteras bilden på en CRT-skärm med magnetisk avlänkning som en vanlig CRT-TV (tjock-TV).



Notera att detaljerna kring hacket i signalen är betydligt detaljfattigare.



LCD-skärm



Här är en LCD-skärm där hacket i signalen nästan försvinner, visserligen är det bandbredds begränsning inkopplad på

vertikalförstärkarna, men detta påverkade inte detaljerna i presentationen i detta fall.

Oscilloskopets grundfunktioner



Ett oscilloskop kan delas in i tre delar: tidbasgeneratoren, triggförstärkaren och vertikalförstärkarna, dessutom finns oftast en hel del finesser som time delay, hold off, matematiska beräkningar, voltmeter, frekvensräknare m m.

Den enligt mig viktigaste enheten är triggförstärkaren. Med triggförstärkaren talar vi om för elektroniken vilken del av vår signal vi vill studera. Att arbeta med ett oscilloskop med en otillräcklig triggförstärkare är mycket frustrerande då presentationen av kurvorna kommer att vara ostabil och svårkontrollerad.



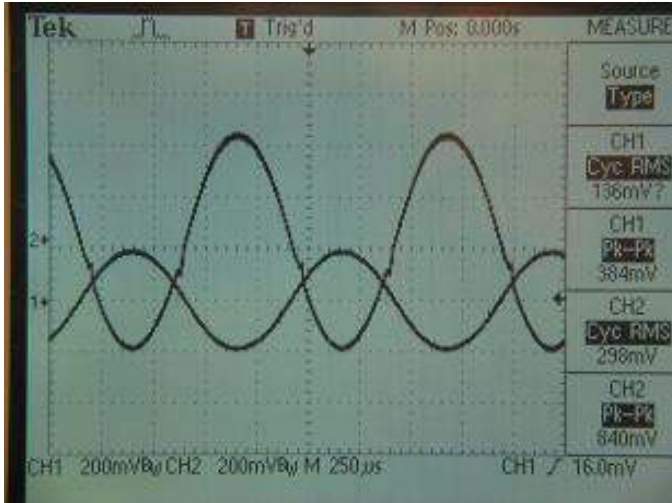
Triggförstärkaren styr "avfyringen" av svepet

Normalt har en triggförstärkare följande kanaler att "lyssna" på: kanal A & B, nätspänningen (line) och extern signal. Dessutom kan vi ofta välja olika villkor för hur triggförstärkaren skall reagera på triggsignalen. Vi kan oftast välja mellan AC- och DC-trigg, positiv eller negativ flank

samt vilken nivå som svepet skall startas på och om vi vill ha ett svep eller kontinuerligt svep. I bilden ovan är det alla de små knapparna plus ratten märkt "level/slope" som styr triggvilkoret.

Kunskapen om hur triggförstärkaren fungerar och hur man utnyttjar densamma maximalt är vägen till att verkligen kunna utnyttja sitt oscilloskop.

Här är det i regel lättare att lära sig triggförstärkaren i ett digitalt oscilloskop då dessa för det mesta presenterar trignivåer och triggvillkor på skärmen ihop med signalen. Det blir därmed lättare att avgöra om vi triggar på rätt nivå i signalen.



I bilden ovan ser vi högst upp i mitten att triggvilkoret är uppfyllt (Trig'd) och en pil strax under pekar på den vertikala linje där tiden noll (0) börjar. I högerkanten visas en pil som pekar åt vänster och som markerar grafiskt var trignivån finns. Nere till höger visas att det är kanal 1 (CH1) som vi triggar på. Vidare syns att vi triggar på positiv flank vid 16 mV över baslinjen vars nivå visas i vänsterkanten med en pil som pekar åt höger och är numrerad 1.

Nedre raden till vänster visar att känsligheten på vertikalförstärkarna är inställd på 200 mV/ruta och att bandbredds begränsning (Bw) är inkopplad, samt att tidsbasen är 250 µs/ruta.

I ett analogt oscilloskop får vi oftast lära oss att lita på vart rattarna pekar, "trigger level" bör stå kring sitt mittläge eller straxt till höger, om vi triggar på positiv flank. (Det är troligast att signalen är stigande på den positiva sidan av en signal.)

Lär man sig ett "schema" över hur en grundinställning av en triggförstärkare går till så är så är det mycket enkelt att mäta med ett oscilloskop. Moderna digitala oscilloskop har oftast olika minnen att lagra inställningar i eller så kan man lagra dessa i ett USB-minne.

När du mäter med ett analogt oscilloskop är det viktigt att du kan se den punkt där svepet startar, därför är det viktigt att du ställer in strålen så att början kommer med på skärmen längst till vänster.



I ett digitalt oscilloskop är vanligtvis startpunkten mitt i skärmen, ibland kan man i menyerna välja "center" eller "left" som startpunkt, vid långsamma förlopp får man ganska lång "dödtid" med triggpunkten i centrum.

En reflektion är att på ett digitalt oscilloskop presenteras även signalen innan triggpunkten, något som få analoga oscilloskop kan visa, vissa har en funktion att fördröja triggvilkoret kallat "hold off". På bilden ovan syns hold off-funktionen i mitten, till vänster finns tidsbasfördröjningen med sin egna tidsbasinställning tillsammans med ratt för att justera fördröjningen.

Äldre oscilloskop hade ingen triggförstärkare utan arbetade med "synkroniserat svep". Detta innebar att man manuellt fick justera frekvensen som bestämmer hur ofta strålen skall svepa över skärmen. Med lite skicklighet (och tålamod) kunde man få en helt stillastående bild, men ofta (alltid) rörde bilden sig sakta åt höger eller vänster.

Tidbasgeneratorn

Tidbasgeneratoren ger elektronstrålen en konstant hastighet över skärmen efter att triggförstärkaren har noterat att inställt triggvillkor är uppfyllt. På bilden (se nästa sida) är det rattan i mitten som man justerar tidbasgeneratoren med.

På ett oscilloskop har omkopplaren för tidsbasen ett ändläge som motsvaras av bandbredden på vertikalförstärkarna, den hastigheten som elektronstrålen kan röra sig med över skärmen skall vara tillräckligt hög för att medge att förlopp med frekvenskomponenter nära bandbredden kan återges utan betydande förvrängning.



I ett digitalt oscilloskop styr tidbasen samplingsförloppet så att signalen kan presenteras på skärmen med önskvärd upplösning, ofta presenteras aktuell samplingshastighet på skärmen.

På ett analogt oscilloskop varierar intensiteten på strålen med hastigheten den förflyttas över skärmen, detta ger användaren viktig information i form av "Z-modulation" av strålen som för den vane betraktaren indikerar hastigheten i signalen.

Exempel: Mät på en LF-fyrkantvåg och notera att om omslaget mellan hög – låg nivå är snabbt så kommer du inte att se något spår av elektronstrålen i den vertikala rörelsen, utan bilden blir endast ett antal horisontella streck som växlar mellan olika nivåer över skärmen.

Ett digitalt oscilloskop samplar signalen och presenterar samplen på skärmen, men för att vi skall få en snyggare bild vektoriserar man ofta mellan de enskilda samplen (datorn ritar ett streck mellan samplen likt en streckgubbe). Detta gör att kurvans utseende på skärmen inte varierar med hastigheten mellan samplen och därmed missar man en ganska viktig bit av information. Detta är något som gör att många erfarna mättekniker m.fl. gärna håller fast vid traditionella analoga oscilloskop med elektronstrålerör vid många mätsituationer.



Vertikalförstärkaren

Vertikalförstärkarna

Vertikalförstärkarna har fått sitt namn av att på ett klassiskt analogt oscilloskop är utgången på dessa förstärkare kopplade till plattorna i elektronröret som ger avlänkning i vertikalplanet.

Normalt ser ingången på sådana förstärkare ut som en normal voltmeter, där vi tänker oss en spänningsdelare bakom BNC-kontakten. Efter den kommer själva instrumentförstärkaren. Omkoppling mellan DC – AC sker genom att lägga in en seriekondensator i signalvägen. Inre resistansen på vertikalförstärkarna är oftast standardiserad till 1 MΩ plus några pF.

På vissa digitala oscilloskop läser man alltid in DC-signalen och sedan beräknar mikroprocessorn och programvaran AC-signalen innan den presenteras på skärmen. På en del enklare oscilloskop med mindre utvecklad programvara händer det att den inbyggda datorn räknar fel, varvid det kan bli ganska märkliga mätvärden som presenteras på skärmen. (Samma sak händer ganska ofta med billiga digitala voltmetrar, men i regel aldrig med en klassiskt analog kretslösning där man följer fysikens lagar).

På liknande sätt finns ibland möjlighet till bandbredds begränsningar av insignalen till vertikalförstärkarna, dels som direkta omkopplingar i signalvägen samt som beräkningar i medlevererad mjukvara.

För att få snabbhet i presentationen är många digitala oscilloskop ganska "grova" i upplösning. Detta visar sig när man använder den inbyggda voltmeteren som kan ha två till tre siffrors högre upplösning än vad den samplade upplösningen medger. Det får till följd att vi läser t.ex. 0.112V där nästa högre steg är 0.225V osv. Det hade med andra ord varit mer relevant att maska de två sista siffrorna och presentera 0.1 respektive 0.2 volt. Så även med ett digitalt oscilloskop gäller att det bör kompletteras med en bra yttre voltmeter och kanske också en bra frekvensräknare för mer noggranna mätningar.

På äldre oscilloskop fanns det inte möjlighet att växla mellan vertikalförstärkarna, där hade man ibland två elektronkanoner i katodstråleröret och fick då "äkta" dubbelstråle, dvs två oscilloskop.

I en kommande artikel skall vi fördjupa oss i några av de vanligaste funktionerna.

@

(Tidigare publicerad i ESR Resonans nr 1 2011)