



CHALMERS

Institutionen för signaler och system

TENTAMEN

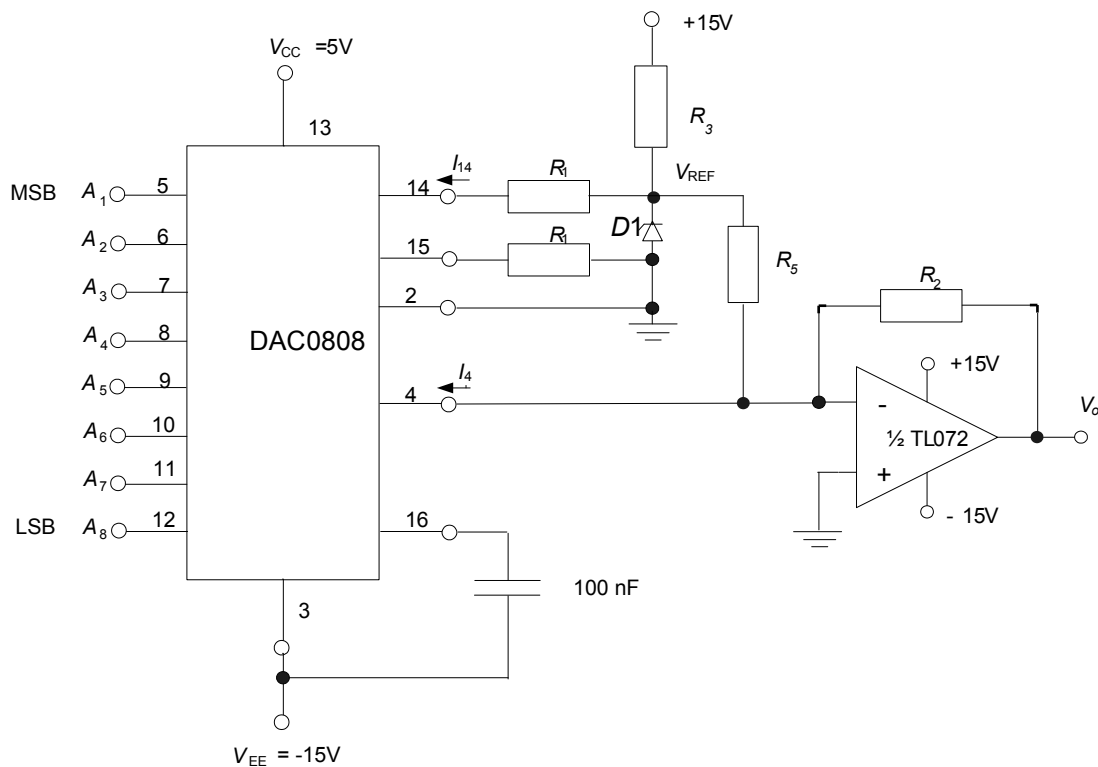
KURSNAMN	Elektriska system för EI3
PROGRAM: namn åk / läsperiod	Elektroingenjör 180 hp 3/1
KURSBETECKNING	SSY010
EXAMINATOR	Erik Agrell
TID FÖR TENTAMEN	2014-10-28 kl 8:30-12:30
HJÄLPMEDEL	Typgodkänd räknare
ANSV LÄRARE: namn telnr besöker tentamen kl	Erik Agrell 031-772 1762 Ca kl 9:30 och ca kl 11:30
DATUM FÖR ANSLAG av resultat samt av tid och plats för granskning	2014-11-17 Granskning 2014-11-26 kl 11:30–12:30 i rum J427
ÖVRIG INFORM. (ex.vis antal frågor, uppgifter, poäng o dyl)	Max 50 poäng

NAMN (tentand): _____

- Kopplingsschemat för en D/A-omvandlare visas nedan. De digitala insignalerna A_1 – A_8 styr hur stor andel av referensströmmen I_{14} som reflekteras på pinne 4, enligt sambandet

$$I_4 = I_{14} \left(\frac{A_1}{2} + \frac{A_2}{4} + \dots + \frac{A_8}{256} \right)$$

Referensströmmen I_{14} rekommenderas enligt datablad vara ca 2 mA. Zenerspänningen hos $D1$ är 5.6 V. Strömmen genom zenerdioden bör vara ca 6 mA för att V_{REF} skall hållas stabil. I kretsen har man valt motstånden $R_2 = 3.5 \text{ k}\Omega$ och $R_5 = 8 \text{ k}\Omega$.



Insignalerna A_1 – A_8 kommer från ett FPGA-kort av typ Altera DE1, som programmeras med koden på nästa sida. Signalen *parallel_out* kopplas till A_1 – A_8 och *clock_in* kopplas till en oscillator med frekvensen 50 MHz.

fortsättning på nästa sida

```

library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
use ieee.std_logic_unsigned.all;

entity wave is
port (
    clock_in, reset: in std_logic;
    parallel_out: out std_logic_vector(7 downto 0)
);
end wave;

architecture behavioral of wave is
    signal direction: std_logic;
    signal counter: std_logic_vector(X1 downto 0);
    signal counter2: std_logic_vector(7 downto 0);
begin

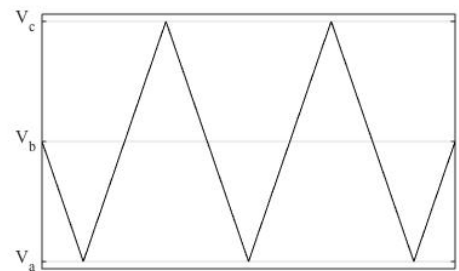
    signal_generator: process(reset, clock_in) begin
        if (reset = '1') then
            counter <= (others => '0');
            counter2 <= (others => '0');
            direction <= '1';
        elsif rising_edge(clock_in) then
            if (counter = X2) then
                if direction = '1' then
                    if counter2 = "11111111" then
                        direction <= not(direction);
                    else
                        counter2 <= counter2 + 1;
                    end if;
                else
                    if counter2 = "00000000" then
                        direction <= not(direction);
                    else
                        counter2 <= counter2 - 1;
                    end if;
                end if;
                counter <= (others => '0');
            else
                counter <= counter + 1;
            end if;
        end if;
    end process;

    parallel_out <= counter2;

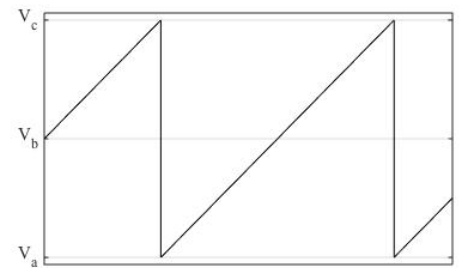
end behavioral;

```

- (a) Dimensionera motstånden R_1 och R_3 så att specifikationerna ovan uppfylls. (2p)
- (b) Vilken av följande vågformer kommer att genereras vid V_o ? Motivera svaret. (1p)



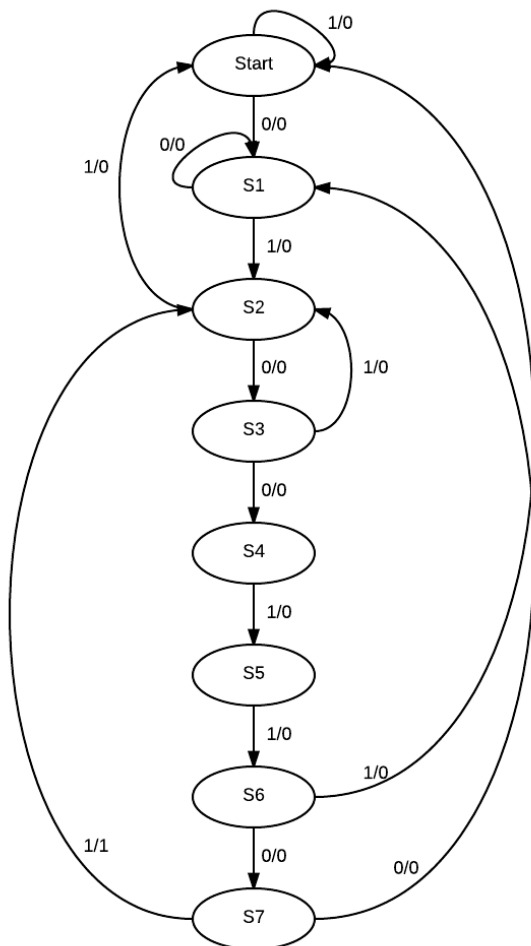
Triangelvåg



Sågtandsvåg

- (c) Bestäm konstanterna $X1$ och $X2$ så att frekvensen hos V_o ligger så nära 330 Hz som möjligt. (2p)
- (d) Koden skall modifieras så att frekvensen fördubblas. Ge två olika förslag på hur detta kan åstadkommas. Klocksignalen $clock_in$ är hårdvarukopplad till en kristaloscillator och kan inte ändras. (2p)
- (e) Utgående från koden, kopplingsschemat och givna värden på resistorerna, beräkna spänningarna V_a och V_c som definieras i figuren ovan. (2p)
- (f) Beräkna nya värden på R_2 and R_5 så att V_o blir 12 V topp-till-topp med DC-nivå 0 V. (2p)
- (g) Modifiera koden så att den andra av de båda vågformerna ovan (triangelvåg eller sågtandsvåg) genereras, med frekvensen 330 Hz. Alla konstanter som behövs skall anges (även $X1$, $X2$). (2p)

2. Följande tillståndsdigram definierar en algoritm för att detektera ett visst bitmönster i en digital insignal. Utsignalen sätts till 1 under en klockpuls varje gång mönstret detekteras.



- (a) Vilket bitmönster är det som detekteras? (1p)
- (b) Komplettera tillståndsdigrammet med de övergångar som saknas från S4 och S5. (2p)
- (c) I högerspalten följer VHDL-kod för denna tillståndsmaskin. Den som skrev koden har dock gjort tre misstag. (Tre *olika* misstag, som inte har med varandra att göra. Det är inte syntaxen som är fel.) Hitta felen, och rätta koden så att den fungerar. (3p)

```

library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;

```

```

entity FSM is port(
  CLK: in std_logic;
  DIN: in std_logic;
  LEDG: out std_logic);
end FSM;

```

```

architecture a of FSM is
  type StateType is (U, START, S1, S2, S3, S4,
                    S5, S6, S7);

```

```

  signal state: StateType;

```

```

begin
  process(CLK)
  begin
    if CLK='1' then
      case state is
        when START =>
          if DIN='0' then
            state <= S1;
          else
            state <= START;
          end if;
        when S1 =>
          if DIN='1' then
            state <= S2;
          else
            state <= S1;
          end if;
        -----
        when S7 =>
          if DIN='1' then
            state <= S2;
            LEDG <= '1';
          else
            state <= S1;
            LEDG <= '0';
          end if;
        when others =>
          -- do nothing if undefined
      end case;
    end if;
  end process;

```

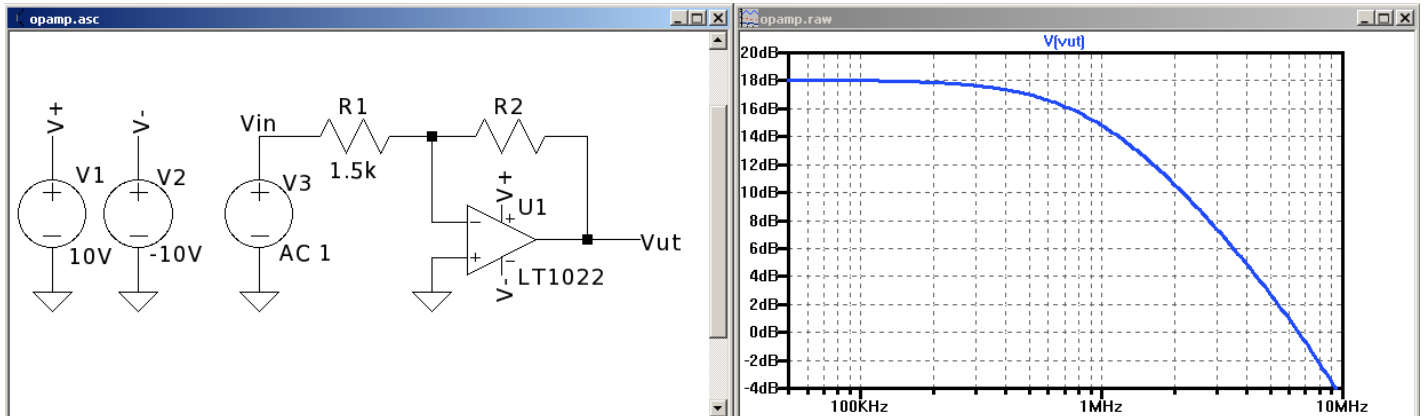
```

end a;

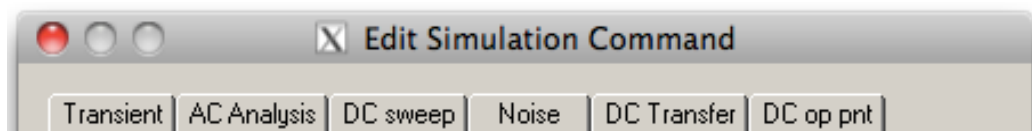
```

(Att delar av koden har utelämnats vid den streckade linjen räknas inte som ett misstag!)

3. I följande figur visas resultaten av en simulering i LTSpice.



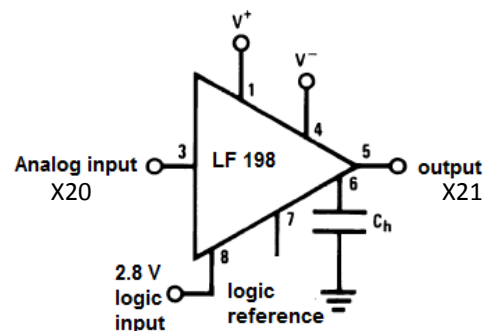
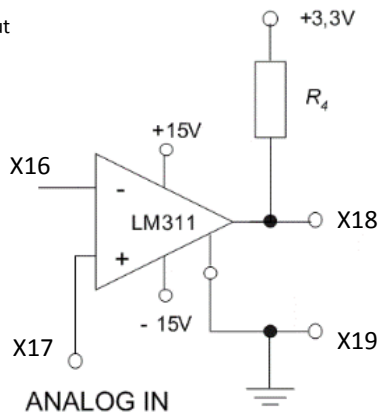
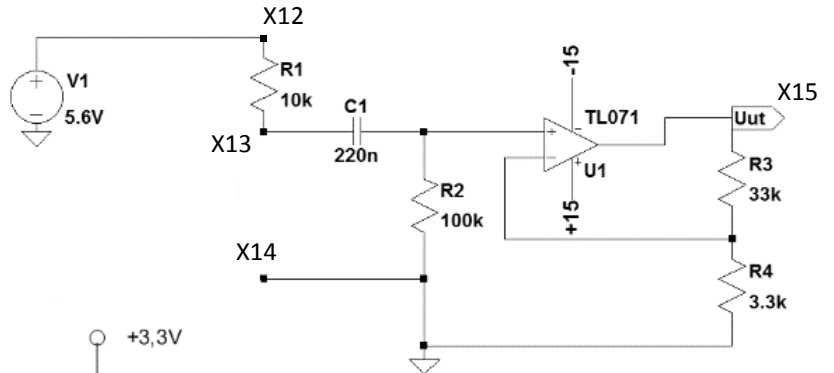
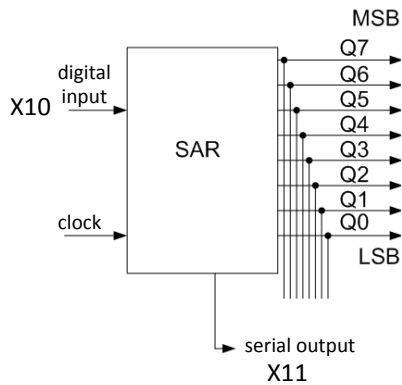
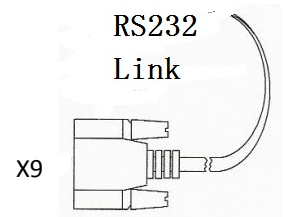
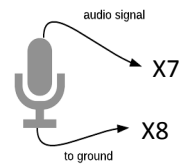
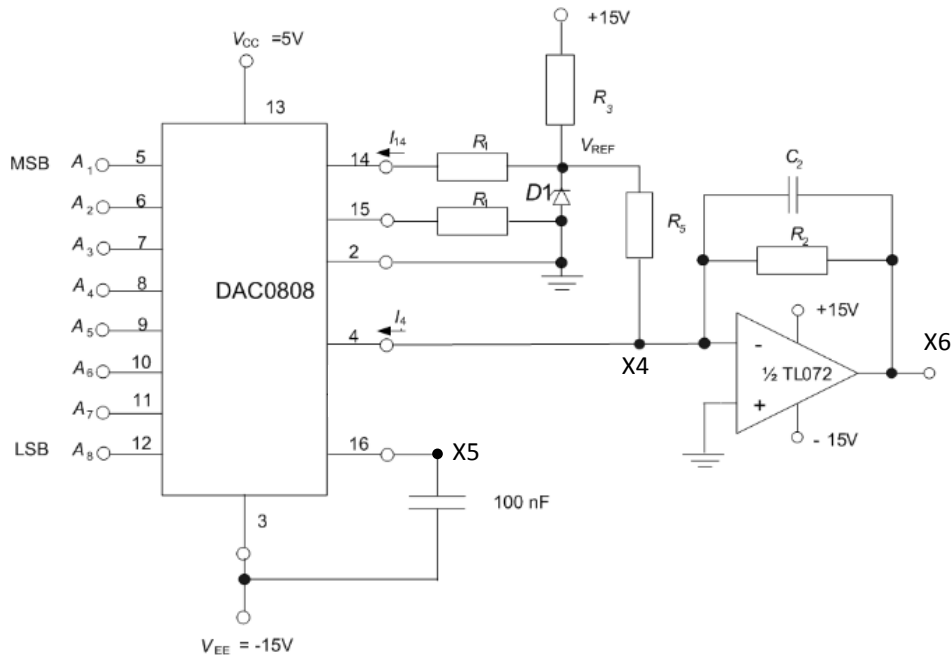
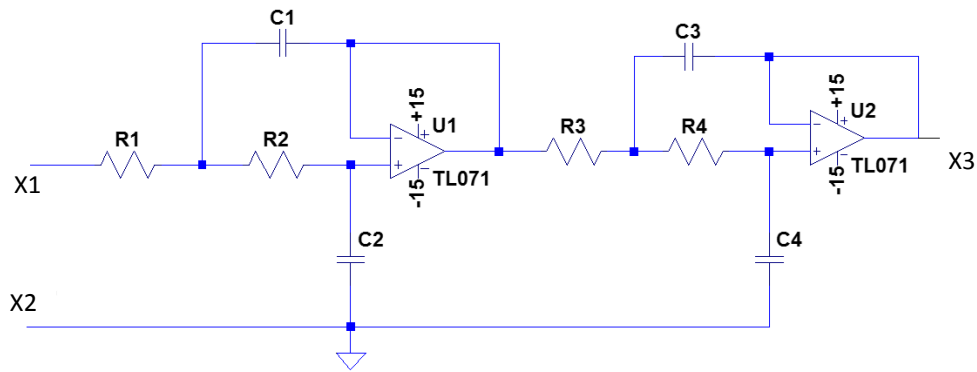
- (a) Vilket simuleringskommando har använts i LTSpice? De sex tillgängliga simuleringskommandona är: (1p)



- (b) Beräkna värdet på resistorn R2, som saknas i figuren. (2p)
- (c) Hur stor är förstärknings-bandbredds-produkten hos den *icke återkopplade* operationsförstärkaren LT1022? (2p)
- (d) Visa hur amplitudfunktionen ovan skulle förändras om resistorn R2 i stället väljs till 6.8 kΩ. Svara med en skiss, som visar både kurvan ovan och den beräknade kurvan för 6.8 kΩ i samma diagram, så att likheter och skillnader mellan kurvorna framgår. Gradera axlarna. (2p)
- (e) Konstruera en förstärkare med DC-förstärkning 25 dB och bandbredd 700 kHz, med hjälp av valfritt antal operationsförstärkare LT1022, resistorer och kondensatorer. Rita kopplingsschema och ange alla komponentvärden. Komponentvärdena skall ha någorlunda rimliga nivåer. (3p)

4. Ett modulärt uppbyggt system för digital ljudöverföring över en RS232-länk skall konstrueras. Modulerna som behövs för sändaren illustreras på nästa sida. LM311 är en komparator och LF198 är en sample-and-hold-krets.

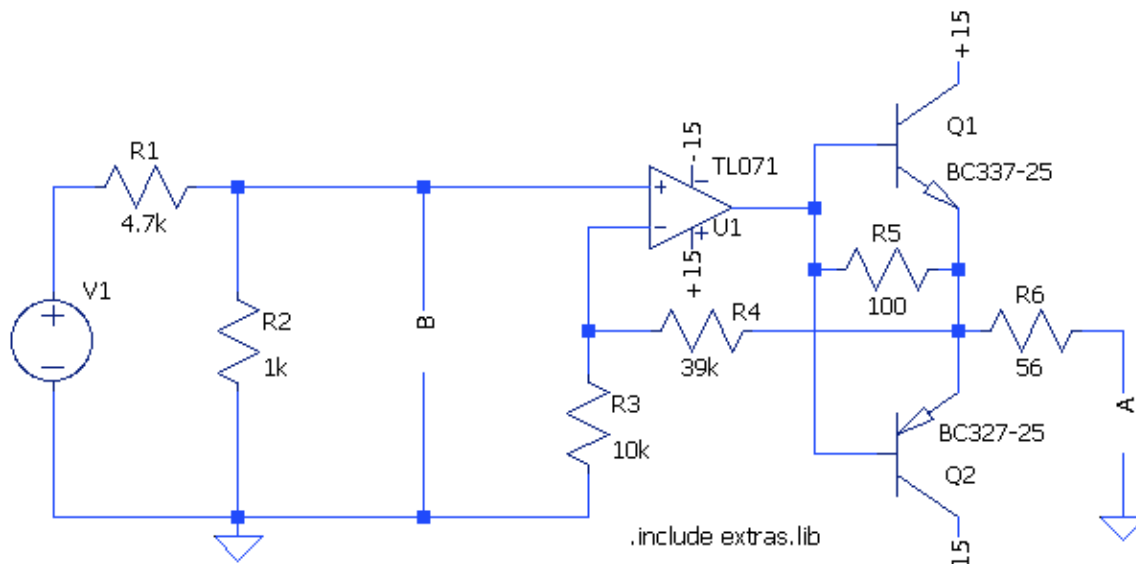
- (a) Ange hur modulernas in- och utsignaler skall förbindas med varandra för att konstruera en komplett sändare. Klocksignaler, matningar, jordförbindelser och andra DC-spänningar kan ignoreras. Svara med hjälp av beteckningarna vid kontaktpunkterna i figuren. (Det finns fler beteckningar än vad som behövs.) (4p)
- (b) Vilka moduler består mottagaren av, och i vilken ordning? Rita ett blockschema. Det är inte nödvändigt att rita kopplingsschema för modulerna. (3p)
- (c) Vilken funktion har LP-filtret i sändaren? Vilken funktion har LP-filtret i mottagaren? (2p)



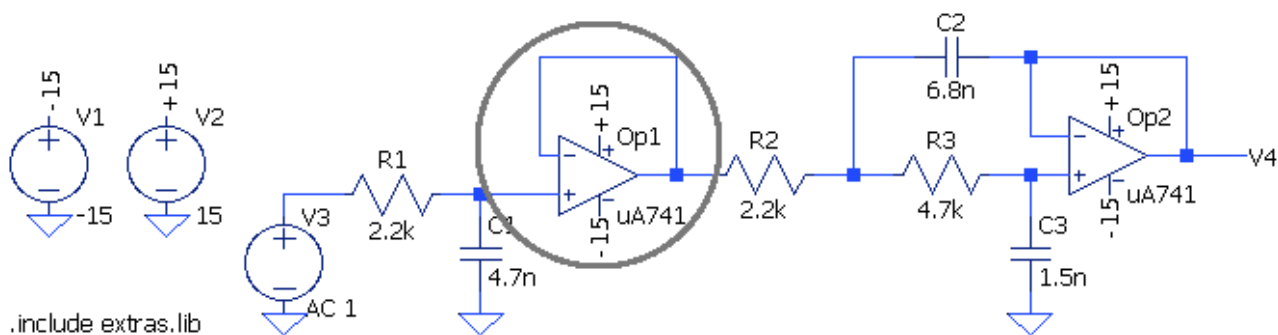
5. En hörlur har enligt datablad impedansen $16\ \Omega$ och känsligheten $90\ \text{dB SPL @ } 1\text{mW}$. Den pluggas in vid A i nedanstående effektförstärkare. (Kontakten B är inte ansluten.) Insignalen V1 är en sinuston med topp-till-topp-spänning $6\ \text{V}$ och medelvärde $0\ \text{V}$.

(a) Vilken ljudtrycksnivå i dB SPL får man med hörluren i angiven position (vid A)? (4p)

(b) Vilken ljudtrycksnivå i dB SPL får man om hörluren flyttas till position B? (2p)



6. Nedanstående kopplingsschema visar ett vanligt slags filter.



(a) Vilken filterkaraktäristik har filtret (högpass, lågpass, bandpass, bandspärr)? Vilken ordning? (Som vanligt skall svaren motiveras.) (2p)

(b) Vilken typ av filter är det (Butterworth, Chebyshev, elliptiskt, etc.), och vad är bandbredden? (Även här krävs motivering; gissning ger inga poäng.) (3p)

(c) Vad gör den inringade kopplingen för nytta? Varför fungerar filtret inte som avsett om man tar bort den? (1p)

Formelsamling

SSY010 Elektriska system

v. 1.0, 23 oktober 2014

Detta blad bifogas tentamina i SSY010 Elektriska system läsåret 2014/15.

Decibel, definition

$$\text{dB} = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_0}$$

Decibel, speciella referensnivåer

$$\text{dBW} = 10 \log_{10} \frac{P}{1\text{W}}$$

$$\text{dBm} = 10 \log_{10} \frac{P}{1\text{mW}}$$

$$\text{dBV} = 20 \log_{10} \frac{U_{\text{eff}}}{1\text{V}}$$

$$\text{dB SPL} = 20 \log_{10} \frac{p}{20\mu\text{Pa}}$$

$$(94 \text{ dB SPL} \leftrightarrow 1 \text{ Pa})$$

FET, n-kanal

$$I_D = \begin{cases} 0 & \text{if } U_{GS} \leq U_T \\ \beta(U_{GS} - U_T)^2 & \text{if } 0 \leq U_{GS} - U_T \leq U_{DS} \end{cases}$$

FET, p-kanal

$$I_D = \begin{cases} 0 & \text{if } -U_{GS} \leq -U_T \\ -\beta(-U_{GS} + U_T)^2 & \text{if } 0 \leq U_{GS} - U_T \leq U_{DS} \end{cases}$$

Butterworth-filter

Ordning	Polynom $P(a)$
1	$1 + a$
2	$1 + 1.414a + a^2$
3	$1 + 2a + 2a^2 + a^3$ $= (1 + a)(1 + a + a^2)$
4	$1 + 2.613a + 3.414a^2 + 2.613a^3 + a^4$ $= (1 + 0.765a + a^2)(1 + 1.848a + a^2)$

Chebyshev-filter typ 1 med 3 dB rippel

Ordning	Polynom $P(a)$
1	$1 + a$
2	$1.414 + 1.287a + 2a^2$ $= 1.414(1 + 0.910a + 1.414a^2)$
3	$1 + 3.711a + 2.384a^2 + 4a^3$ $= (1 + 3.355a)(1 + 0.355a + 1.192a^2)$
4	$1.414 + 3.231a + 9.348a^2 + 4.644a^3 + 8a^4$ $= 1.414(1 + 0.188a + 1.108a^2)(1 + 2.096a + 5.108a^2)$

Kaskadkopplade 1:a ordningens förstärkarsteg

$$A = A_1^N$$

$$f_0 = f_{01} \sqrt{2^{1/N} - 1}$$

Filterkonstruktion, tabellmetoden

$$\text{LP: } H(s) = \frac{1}{P(s/\omega_0)}$$

$$\text{HP: } H(s) = \frac{1}{P(\omega_u/s)}$$

Sallen-Key-filter

$$H(s) = \frac{1}{1 + s(R_1 + R_2)C_2 + s^2(R_1R_2C_1C_2)}$$

