

Uppsala Universitet
Signaler and System
Kontaktperson: Tomas Olofsson: 0702/99 38 55

**Tentamen 1TE717,
Digitalteknik och elektronik, 30 maj 2017**

Polacksbackens skrivsal, 14:00 - 19:00.

Denna tentamen består av två delar, A och B. *För godkänt på tentan krävs godkänt på A-delens alla uppgifter. Grovt sett innebär det att ni måste ha minst 50% på varje uppgift. Viktigast dock att det tydligt framgår att ni förstår vad ni gör.* Om A-delen är godkänd så sätts betyget baserat av summan av A- och B-delens totalpoäng. Eventuella bonuspoäng från labbar och projekt fördelas ut på de uppgifter som ligger närmast ämnesmässigt. Notera att man via sådana bonuspoäng inte kan nå mer än maxpoäng på en viss uppgift. Notera också att om du underkänns på endast en A-delsuppgift så erbjuds du att komplettera muntligt maximalt två gånger, vilket kommer att ske i anslutning till omtentorna. Muntan kommer att täcka det eller de kursmål som ingår i den underkända uppgiften. Notera att muntan inte kommer att ge extra poäng vid sammanräkning för betygsbestämningen.

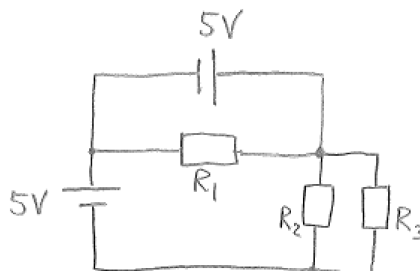
Hjälpmedel: Utdelad eller medtagen "Formelsamling Digitalteknik och elektronik, VT-17", Mathematics Handbook, Physics handbook, handskriven formelsamling (2 sidor A4), miniräknare

Del A

1. (5p) De sex första primtalen är 2, 3, 5, 7, 11, och 13. Låt $x = (x_3, x_2, x_1, x_0)$ representera ett vanligt 4-bitars binärt heltal, där x_3 är den mest signifikanta biten. Skapa en logisk krets som ger en logisk 1:a ut om talet x är mindre än 14 och ett primtal. I de fall $x \geq 14$ spelar det ingen roll vilken utsignal som din logiska krets ger ifrån sig. Rita ut grindnätet.
2. (5p) I denna uppgift ska du designa en sekvenskrets som är tänkt att hjälpa en musiker att hålla takten ¹. Kretsen tar en klocksignal och en flagga, x , som insignal där en klockpuls motsvarar ett taktslag. Kretsen ska markera första slaget i takten med utsignal $u = 1$, och övriga taktslag ska ge $u = 0$. Om $x = 0$ ska vart tredje taktslag markeras (3-takt) och om $x = 1$ ska vart fjärde taktslag markeras (4-takt). Exempel: Om $x = 0$ ska kretsen generera sekvensen 100100100... och om $x = 1$ ska utsekvensen vara 1000100010001... osv. Flaggan x ska kunna ändras i varje klockcykel men aldrig resultera i annat än takter med 3 eller 4 slag. Utför de inledande stegen i designen vilka består av följande: Redovisa tydligt tillståndsdigram, tillståndskodning, ta fram de logiska funktioner på minimal form som behövs för att räkna ut nya tillståndsvariabler. Du behöver dock inte rita upp grindnäten som behövs för att realisera kretsen.

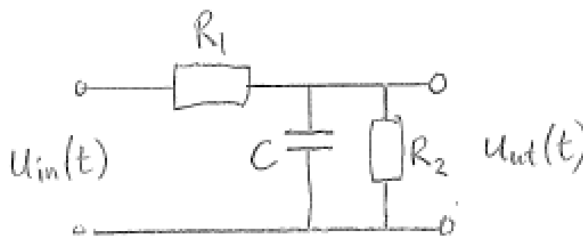
¹Liknande funktionalitet brukar finnas i enkla metronomer.

3. (4p) Betrakta kretsen i figur 1. Resistanserna är $R_1 = 5 \Omega$, $R_2 = 35 \Omega$, samt $R_3 = 14 \Omega$.
- Vilken ström kommer att flyta genom R_1 . Ange både storlek och riktning. Motivera svaret.
 - Vilken *sammanlagd* ström kommer att flyta genom R_2 och R_3 . Ange både storlek och riktning. Motivera svaret.



Figur 1: Den krets som omnämns i uppgift 3 i A-delen.

4. (6p) Betrakta kretsen i figur 2. Resistanserna och kapacitansen är $R_1 = 200 \Omega$, $R_2 = 300 \Omega$, respektive $C = 1 \mu\text{F}$. Utnyttja teorin för växelspanningar och impedanser för att beräkna utsignalen $u_{ut}(t)$ då insignalen till kretsen är $u_{in}(t) = 2 \cos(10000\pi t)$, dvs en växelspanning med frekvens 5000 Hz och amplitud 2 V. Ledning: R_2 och C kan kombineras ihop till en ersättningsimpedans. OBS: Denna typ av uppgifter kan vara tidskrävande. Fokusera på att redovisa metodiken i hur ni ska lösa uppgiften och fastna inte på att till varje pris räkna ut exakta värden o.d.



Figur 2: Den krets som omnämns i uppgift 4 i A-delen.

5. (4p) Designa mha en eller flera OP-förstärkare och ett antal resistorer en krets där utsignalen (Volt) ges av $U_{ut} = 5 - 2U_{in}$ där U_{in} är inspänningen (Volt) som antas komma från en extern källa. Du får anta ideala OP-förstärkare och att du har tillgång till spänningarna $+5 \text{ V}$ samt -5 V (som på de kopplingsdäck ni använt under labbarna). Rita upp din uppkoppling samt redovisa underliggande resonemang och uträkningar som ledde fram till designen.
6. (3p) Du har en spänningskälla på 4 V som du ska använda för att få en lysdiod att lysa. Diodens önskade ljusstyrka fås vid en ström på 10 mA. Vid denna ström ligger en framåt-

spänning på 2.4 V över dioden. Vilket motstånd behöver du koppla i serie med dioden för att uppnå det önskade beteendet?

7. (4p) Besvara maximalt *tre* av nedanstående frågor. Poäng kommer att ges baserat på de två bästa uppgifterna.²
- (a) Redogör kortfattat för vad pulsbreddsmodulering, eng. pulse width modulation (PWM), är och vad det kan användas till.
 - (b) Beskriv vad en digital potentiometer är samt ett vanligt sätt att styra den från en mikrokontroller. Dessutom, beskriv hur man kan utnyttja en sådan potentiometer för att skapa en förstärkare med en styrbar förstärkning.
 - (c) Förklara vad en s.k. H-brygga är och hur den är uppbyggd. I vilket sammanhang används den?
 - (d) Vissa AD-omvandlare (eng. ADC) använder s.k. *successiv approximation* för att omvandla inspänningen till rätt binärt tal. Förklara hur det går till och jämför dessutom med någon annan princip som en ADC kan vara byggd på. Peka ut för- och nackdelar med de olika metoderna.
 - (e) Beskriv hur en s.k. LED-matris (eng. dot matrix) är uppbyggd och hur man får den att lysa enligt ett givet mönster.

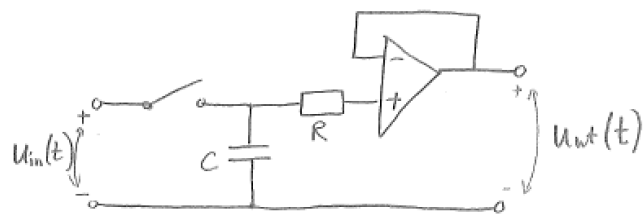
Del B

1. (3p) Upprepa uppgift A5 men nu med skillnaden att utsignalen ska vara $U_{ut} = 3 - U_{in}$. Du får endast utnyttja en OP-förstärkare i din lösning. Redovisa uträkningar som bekräftar att din design är korrekt.
2. (3p) Betrakta kretsen i figur 3. Analysera vad den har för funktion. För att göra analysen konkret, utgå från en situation där switchen som ingår omväxlande är sluten under 0.5 s och öppen 0.5 s och där inspänningen $u_{in}(t)$ ökar linjärt (och kontinuerligt) med 0.1 V per sekund från $t = 0$ (som en "ramp"). Rita inspänning och utspänning, $u_{ut}(t)$ under de första 3 sekunderna i samma diagram. Utgå från "normala" värden på C och R , tex $C = 10 \text{ nF}$ och $R = 1 \text{ k}\Omega$.
3. (3p) Du behöver bygga ett lågpassfilter (LP-filter) som har brytfrekvens vid 1000 Hz.³ Du har tillgång till resistorer av alla tänkbara värden men tyvärr har du slut på kondensatorer. Däremot har du en spole med induktans $L = 10 \text{ mH}$. Designa LP-filtret utifrån vad du har.

Lycka till!

²Detta innebär att du kan välja att svara på endast två om du är säker på din sak och vill spara tid.

³Vid låga frekvenser ska förstärkningen vara 1. Vid brytfrekvensen ska förstärkningen ha gått ner till $1/\sqrt{2}$.



Figur 3: Den krets som omnämns i uppgift 2 i B-delen.