

EKSAMENSOPPGAVE

Fag: Elektronikk IRE 20012

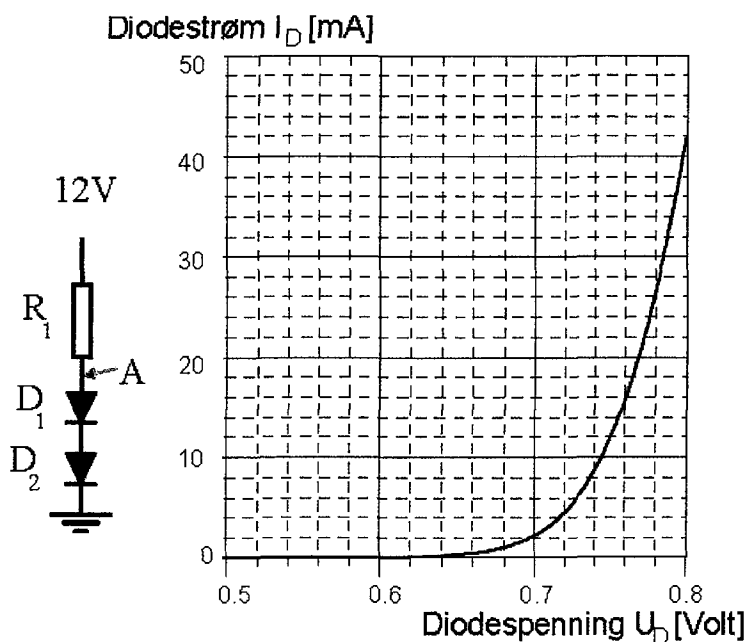
Lærer/telefon: Per Thomas Huth

Grupper: 13ELE, 13ELEY	Dato: 11. desember 2015	Tid: 09.00 – 13.00
Antall oppgavesider: 4 (Inkludert forsiden)	Antall vedleggsider: 5	
Sensurfrist: 12.1.2014		
Hjelpemidler: Kalkulator. Skrivesaker. Personlig formelsamling på 10 ark. (Maskin eller håndskrevet.)		
KANDIDATEN MÅ SELV KONTROLLERE AT OPPGAVESETTET ER FULLSTENDIG		

Generelt for alle oppgaver gjelder at alle svar må begrunnes. Alle deloppgaver (a, b...) teller like mye.

OPPGAVE – 1

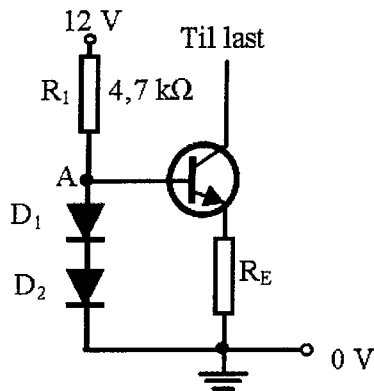
Figuren under viser en enkel diodekrets med tilhørende karakteristik.



- a) Ta først utgangspunkt i kretsen og finn diodestrømmen og spenningen i punkter A når det gjøres en enkel overslagsberegning.

- b) Gjør en ny nøyaktigere beregning av det samme, hvor du også tar hensyn til karakteristikken.

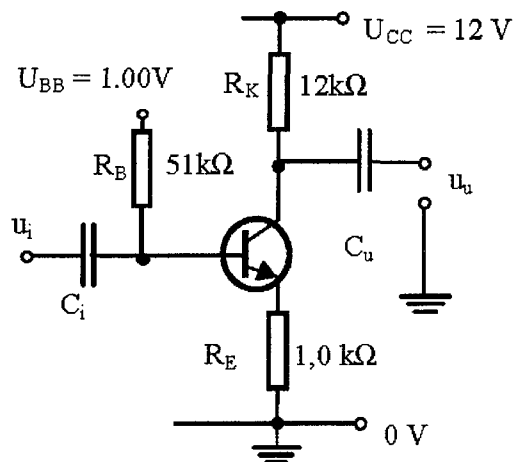
Vi kopleter på en transistor av type BC547B som vist i figuren under.



- c) Gjør igjen en overslagsberegning. Finn R_E når kollektorstrømmen låses til 10mA.
 d) Hva er funksjonen til denne kretsen og hva kan vi kalle den.
 e) Gjør samme beregning som i c) hvor vi tar hensyn til diodekarakteristikken og databladet til transistoren. Det vil si en nøyaktigere beregning av R_E .

OPPGAVE – 2

Figuren under viser en kopleing med en BC547B transistor. Vi bruker $\beta = 230$ i hele oppgaven. Hvis du ønsker å benytte EbersMolls likning i det etterfølgende så er $n=1,3$ og $V_T = 25\text{mV}$.



- a) Hva er egenskapene til denne kopleingen.
 b) Hva er minimum sammenbrudds-spenning mellom kollektor og emitter for den gitte transistoren og under hvilke forhold er den målt?
 c) Finn arbeidspunktet for kollektorstrøm, kollektor-emitter spenning og basespenningen.
 d) For å forbedre kretsen ønsker vi en kollektorstrøm på 0,5mA. Dette gjøres ved å regulere U_{BB} . Til hvilken verdi?

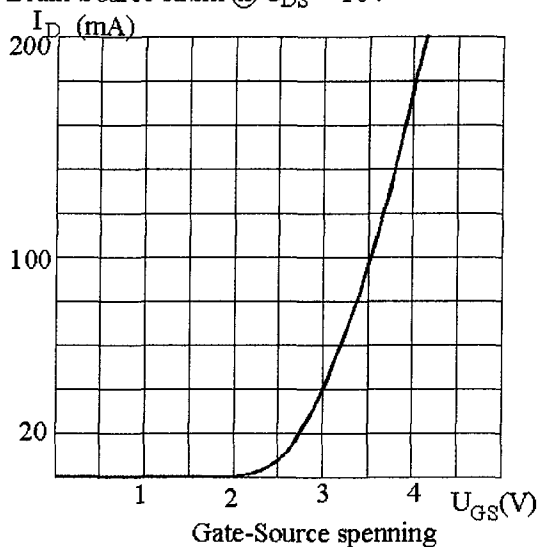
Forutsetter i det etterfølgende at signalene som behandles har moderate frekvenser og signalnivåer.

- e) Tegn en småsignalmodell for kretsen.
- f) Finn inngangsmotstand til kretsen.
- g) Finn utgangsmotstanden uten å ta hensyn til early-effekten.
- h) Finn kretsens forsterkning uten tilkople last.
- i) Hva blir forsterkningen i h) hvis vi tar hensyn til en earlymotstand på $80k\Omega$.
- j) Finn transfer(overførings) funksjonen til filteret på inngangen. Hva slags filter er det på inngangen.
- k) Beregn C_i slik at vi får en grensefrekvens på 20Hz på inngangen.
- l) Vi tenker oss at vi påtrykker en sprangpuls på 5V på inngangen til filteret. Finn signalet ut av filteret i tidsplanet.
- m) Lag en skisse av signalet og finn tidskonstanten til filteret.

Figuren under viser karakteristikken til en BSS89.

Typisk transferkarakteristikk for BSS89

Drain-Source strøm @ $U_{DS} = 10V$



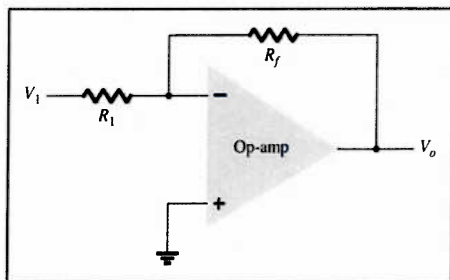
For å gi lavere utgangsresistans, kopler vi en source-følger med den gitte felteffekttransistoren, BSS89 (Datablad vedlagt), direkte til kollektoren på NPN transistoren i figuren over (rett på, ingen kondensator imellom trinnene!).

- n) Tegn dette.
- o) Vil arbeidspunktet til NPN transistoren forandre seg når FET'n koples til? Begrunn svaret!
- p) Hva er terskelspenningen til felteffekttransistoren?
- q) Finn sourcemotstanden når strømmen i FET'n skal være 10mA.

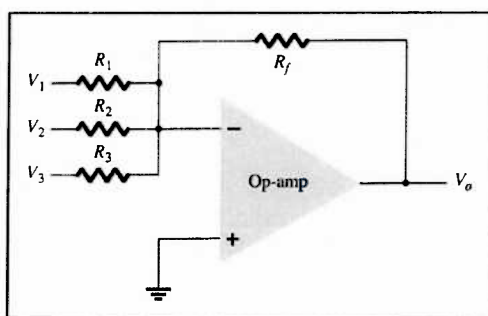
OPPGAVE – 3

Figurene under viser en operasjonsforsterkerkretser som vi betrakter som ideelle.

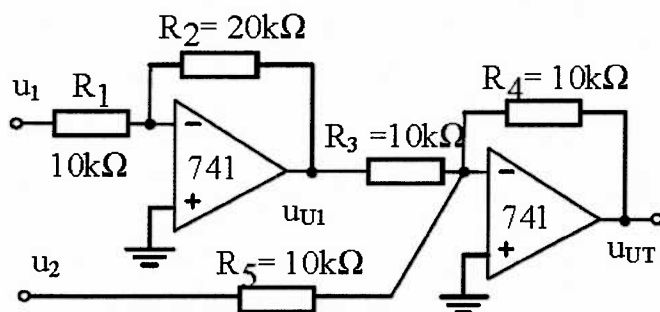
- a) Hva kjennetegner en ideell operasjonsforsterker når vi regner på den?
- b) Finn et uttrykk for utgangsspenningen som funksjon av spenningen inn i figuren under. Hva slags krets er dette?



- c) Finn et uttrykk for utgangsspenningen som funksjon av spenningen inn i figuren under.
Hva slags krets er dette?
- d) Hva blir utgangsspenningen om alle motstandene er like og inngangene alle lik 10 volt?



- e) Finn et uttrykk for utgangsspenningen som funksjon av spenningene inn i figuren under.
Hva slags krets er dette?
- f) Hva blir resultatet om alle motstandene er like?



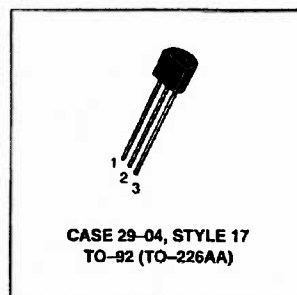
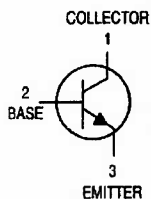
Vedlegg -1

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by BC546/D

Amplifier Transistors
NPN Silicon

BC546, B
BC547, A, B, C
BC548, A, B, C



MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	BC 546	BC 547	BC 548	Unit
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	65	45	30	Vdc
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	80	50	30	Vdc
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	6.0			Vdc
Collector Current — Continuous	I_C	100			mA _{dc}
Total Device Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	625 5.0			mW mW/ $^\circ\text{C}$
Total Device Dissipation @ $T_C = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	1.5 12			Watt mW/ $^\circ\text{C}$
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	-55 to +150			$^\circ\text{C}$

THERMAL CHARACTERISTICS

Characteristic	Symbol	Max	Unit
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	200	$^\circ\text{C/W}$
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$	83.3	$^\circ\text{C/W}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
----------------	--------	-----	-----	-----	------

OFF CHARACTERISTICS

Collector-Emitter Breakdown Voltage ($I_C = 1.0\text{ mA}, I_B = 0$)	BC546 BC547 BC548	$V_{(BR)CEO}$	65 45 30	— — —	— — —	V
Collector-Base Breakdown Voltage ($I_C = 100\ \mu\text{A}$)	BC546 BC547 BC548	$V_{(BR)CBO}$	80 50 30	— — —	— — —	V
Emitter-Base Breakdown Voltage ($I_E = 10\ \mu\text{A}, I_C = 0$)	BC546 BC547 BC548	$V_{(BR)EBO}$	6.0 6.0 6.0	— — —	— — —	V
Collector Cutoff Current ($V_{CE} = 70\text{ V}, V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 50\text{ V}, V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 35\text{ V}, V_{BE} = 0$) ($V_{CE} = 30\text{ V}, T_A = 125^\circ\text{C}$)	BC546 BC547 BC548 BC546/547/548	I_{CES}	— — — —	0.2 0.2 0.2 —	15 15 15 4.0	nA μA

REV 1

© Motorola, Inc. 1996



Vedlegg - 2

BC546, B BC547, A, B, C BC548, A, B, C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted) (Continued)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
ON CHARACTERISTICS					
DC Current Gain ($I_C = 10 \mu\text{A}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$)	BC547A/548A BC546B/547B/548B BC548C	h_{FE}	— 90 150 270	— — —	—
($I_C = 2.0 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$)	BC546 BC547 BC548 BC547A/548A BC546B/547B/548B BC547C/BC548C		110 110 110 110 200 420	— — — 180 290 520	450 800 800 220 450 800
($I_C = 100 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$)	BC547A/548A BC546B/547B/548B BC548C		— — —	120 180 300	— — —
Collector–Emitter Saturation Voltage ($I_C = 10 \text{ mA}$, $I_B = 0.5 \text{ mA}$) ($I_C = 100 \text{ mA}$, $I_B = 5.0 \text{ mA}$) ($I_C = 10 \text{ mA}$, $I_B = \text{See Note 1}$)	$V_{CE(sat)}$	— — —	0.09 0.2 0.3	0.25 0.6 0.6	V
Base–Emitter Saturation Voltage ($I_C = 10 \text{ mA}$, $I_B = 0.5 \text{ mA}$)	$V_{BE(sat)}$	—	0.7	—	V
Base–Emitter On Voltage ($I_C = 2.0 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$) ($I_C = 10 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$)	$V_{BE(on)}$	0.55 —	— —	0.7 0.77	V
SMALL-SIGNAL CHARACTERISTICS					
Current–Gain — Bandwidth Product ($I_C = 10 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$, $f = 100 \text{ MHz}$)	BC546 BC547 BC548	f_T	150 150 150	300 300 300	— — —
Output Capacitance ($V_{CB} = 10 \text{ V}$, $I_C = 0$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)		C_{obo}	—	1.7	4.5
Input Capacitance ($V_{EB} = 0.5 \text{ V}$, $I_C = 0$, $f = 1.0 \text{ MHz}$)		C_{ibo}	—	10	—
Small–Signal Current Gain ($I_C = 2.0 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$, $f = 1.0 \text{ kHz}$)	BC546 BC547/548 BC547A/548A BC546B/547B/548B BC547C/548C	h_{fe}	125 125 125 240 450	— — 220 330 600	500 900 260 500 900
Noise Figure ($I_C = 0.2 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5.0 \text{ V}$, $R_S = 2 \text{ k}\Omega$, $f = 1.0 \text{ kHz}$, $\Delta f = 200 \text{ Hz}$)	BC546 BC547 BC548	NF	— — —	2.0 2.0 2.0	10 10 10

Note 1: I_B is value for which $I_C = 11 \text{ mA}$ at $V_{CE} = 1.0 \text{ V}$.

Vedlegg - 3

BC546, B BC547, A, B, C BC548, A, B, C

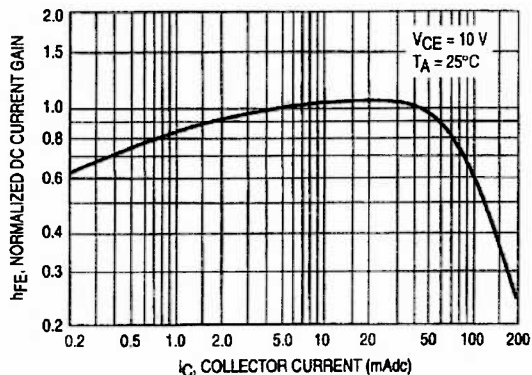


Figure 1. Normalized DC Current Gain

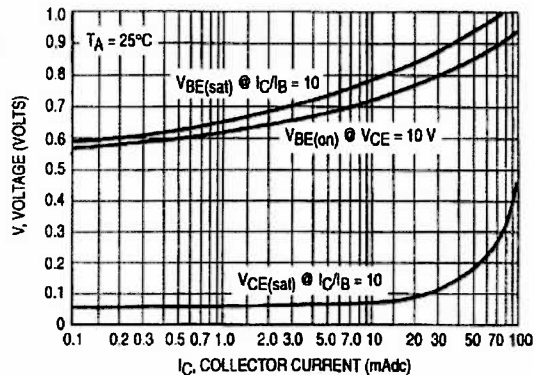


Figure 2. "Saturation" and "On" Voltages

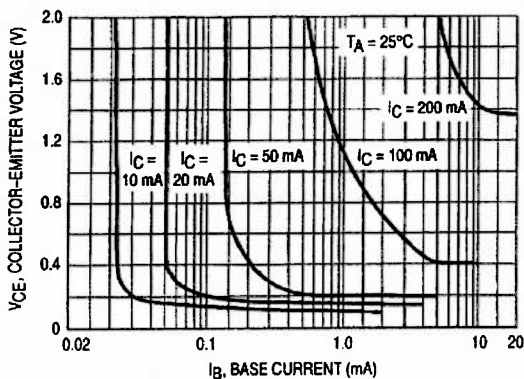


Figure 3. Collector Saturation Region

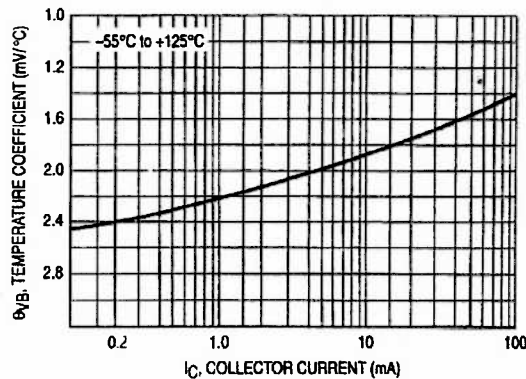


Figure 4. Base-Emitter Temperature Coefficient

BC547/BC548

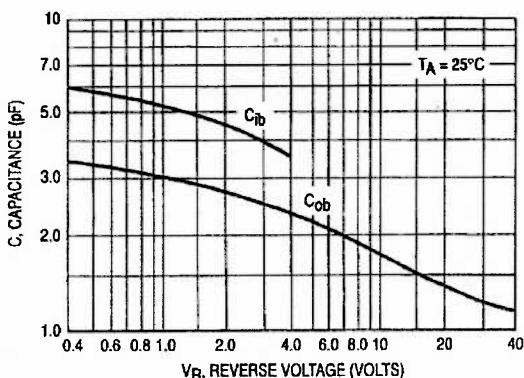


Figure 5. Capacitances

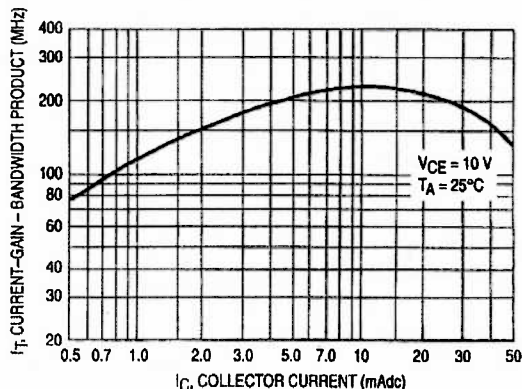


Figure 6. Current-Gain - Bandwidth Product

Vedlegg - 4

Philips Semiconductors

Product specification

N-channel enhancement mode
vertical D-MOS transistor

BSS89

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{DS}	drain-source voltage (DC)		-	200	V
V_{GS0}	gate-source voltage (DC)	open drain	-	±20	V
I_D	drain current (DC)		-	300	mA
I_{DM}	peak drain current		-	1.2	A
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ °C}$; note 1	-	1	W
T_{stg}	storage temperature		-55	+150	°C
T_J	junction temperature		-	150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
$R_{th(j-a)}$	thermal resistance from junction to ambient	note 1	125	K/W

Note to the Limiting values and Thermal characteristics

1. Device mounted on a printed-circuit board, maximum lead length 4 mm; mounting pad for drain lead minimum 10 × 10 mm.

CHARACTERISTICS

$T_J = 25\text{ °C}$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
$V_{(BR)DSS}$	drain-source breakdown voltage	$V_{GS} = 0$; $I_D = 250\text{ }\mu\text{A}$	200	-	-	V
V_{GSth}	gate-source threshold voltage	$V_{DS} = V_{GS}$; $I_D = 1\text{ mA}$	0.8	-	2.8	V
I_{DSS}	drain-source leakage current	$V_{DS} = 60\text{ V}$; $V_{GS} = 0$	-	-	200	nA
		$V_{DS} = 200\text{ V}$; $V_{GS} = 0$	-	0.1	60	μA
I_{GSS}	gate leakage current	$V_{DS} = 0$; $V_{GS} = \pm 20\text{ V}$	-	-	±100	nA
$R_{DS(on)}$	drain-source on-state resistance	$V_{GS} = 10\text{ V}$; $I_D = 400\text{ mA}$	-	4.5	6	Ω
$ y_{fs} $	forward transfer admittance	$I_D = 400\text{ mA}$; $V_{DS} = 25\text{ V}$	140	350	-	mS
C_{iss}	input capacitance	$V_{DS} = 25\text{ V}$; $V_{GS} = 0$; $f = 1\text{ MHz}$	-	45	-	pF
C_{oss}	output capacitance	$V_{DS} = 25\text{ V}$; $V_{GS} = 0$; $f = 1\text{ MHz}$	-	15	-	pF
C_{rss}	reverse transfer capacitance	$V_{DS} = 25\text{ V}$; $V_{GS} = 0$; $f = 1\text{ MHz}$	-	3.5	-	pF
Switching times (see Figs 2 and 3)						
t_{on}	turn-on time	$V_{GS} = 0$ to 10 V; $V_{DD} = 50\text{ V}$; $I_D = 250\text{ mA}$	-	5	-	ns
t_{off}	turn-off time	$V_{GS} = 10$ to 0 V; $V_{DD} = 50\text{ V}$; $I_D = 250\text{ mA}$	-	15	-	ns

Vedlegg - 5

Generelle laplacetransformasjoner:

	Tidsfunksjon	Laplace-transform
1	$u(t)$	$U(s)$
2	$k_1 \cdot u_1(t) + k_2 \cdot u_2(t)$	$k_1 \cdot U_1(s) + k_2 \cdot U_2(s)$
3	$u'(t)$	$sF(s) + f(0)$
4	$\int_0^t u(\tau) d\tau$	$\frac{1}{s} U(s)$
5	Sprang med høyde U_0 (pulsflanke)	$\frac{U_0}{s}$
Sluttverditheoremet:		$\lim_{s \rightarrow 0} sF(s) = \lim_{t \rightarrow \infty} f(t)$

Noen konkrete sprang(puls)responser når sprang(puls)høyden er U_0 :

(Du finner mange flere varianter i en matematisk tabell)

	Transferfunksjon $H_A(s)$	Respons på sprang(puls) med høyde U_0
Lavpass (RC)	$\frac{K}{s\tau + 1} \quad \tau = RC$	$u(t) = KU_0(1 - e^{-t/\tau})$
Høypass (RC)	$K \frac{s\tau}{s\tau + 1} \quad \tau = RC$	$u(t) = KU_0 e^{-t/\tau}$
Integrator (C)	K/s	$u(t) = K \cdot U_0 \cdot t$
Lav og Høypass (RC)	$\frac{K(s\tau_1 + 1)}{(s\tau_2 + 1)} \quad \tau_1 = R_1C, \tau_2 = R_2C$	$u(t) = KU_0 \left(1 + \frac{\tau_1 - \tau_2}{\tau_2} e^{-t/\tau_1}\right)$
Lavpass (RLC), VCVS	$\frac{K}{\left(\left(\frac{s}{2\pi f_0}\right)^2 + \left(\frac{s}{2\pi f_0}\right) \frac{1}{Q} + 1\right)}$	$u(t) = KU_0 \left(1 - \frac{2Qe^{-\pi f_0 t/Q}}{\sqrt{4Q^2 - 1}} \cos(\sqrt{4Q^2 - 1} \pi f_0 t / Q - \varphi)\right)$ $\varphi = \text{Arcsin} \zeta \quad \text{når } Q \geq \frac{1}{2}$

Sammenhengen mellom frekvensrespons $A(f)$ og transferfunksjonen $H_A(s)$ for en krets:
 Bytt ut laplacevariabelen s i transferfunksjonen $H_A(s)$ med $2\pi jf$ og ta modulus (absoluttverdi):
 $A(f) = |H_A(2\pi jf)|$.