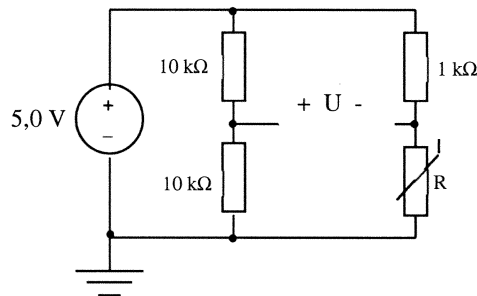


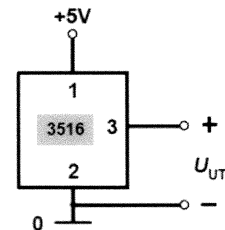
## **TENTAMEN**

<b>KURSNAMN</b>	<b>Givare och don</b>
<b>PROGRAM:</b>	<b>Mekatronikingenjör Åk 2 / Lp 3</b>
<b>KURSBETECKNING</b>	<b>LEU 029</b>
<b>EXAMINATOR</b>	<b>Göran Hult</b>
<b>TID FÖR TENTAMEN</b>	<b>Torsdag 23 augusti 2018 kl 8.30 – 12.30</b>
<b>HJÄLPMEDEL</b>	<b>Typgodkänd räknare Bifogad formelsamling</b>
<b>ANSV LÄRARE:</b>  telnr  besöker tentamen kl	<b>Göran Hult 070-5589009 Ungefär kl 9.30 och 11.30</b>
<b>DATUM FÖR ANSLAG</b> av resultat samt av tid och plats för granskning	<b>Tid för granskning meddelas på kurshemsida och via e-post</b>
<b>ÖVRIG INFORM</b>	<b>Tentan omfattar 40p. Betygsgränser: 3: 16p. 4: 24p 5: 32p  För att få full poäng på en uppgift ska beräkningar och motiveringar redovisas så att det är lätt att följa dem.</b>

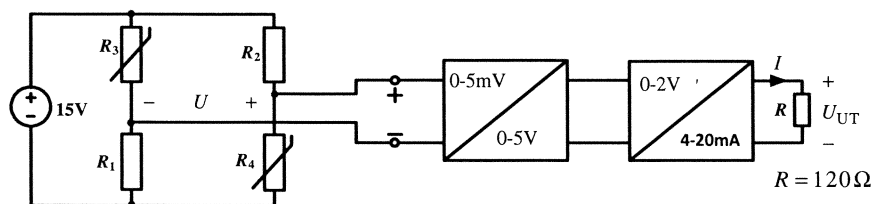
1.
  - a) Vad är det för grundläggande skillnad på en instrumentförstärkare och en "vanlig" förstärkare? (1p)
  - b) Rita ett kretsschema som visar principen för 3-tråds resistansmätning i en Wheatstonebrygga. Förklara m h a schemat varför 3-tråds resistansmätning är bättre än 2-tråds resistansmätning. (2p)
  - c) Varför använder man vid flödesmätning med ultraljudsgivare ibland en koppling kallad "Sing-around". (1p)
  - d) Då man använder en piezoelektrisk accelerometer krävs vanligen en speciell typ av förstärkare. Vad kallas denna typ av förstärkare? Rita också hur man kan bygga denna typ av förstärkare med en OP. (1p)
  
2. Bryggan i schemat t.h. är bestyckad med en termistor med  $R_{25}=1,0\text{ k}\Omega$  och  $B=3528\text{ K}$ . Bestäm termistorns temperatur om  $U = -0,8\text{ V}$ . (4p)



3. Magnetfältsensorn A3516 är kopplad enligt schemat. I datablad anges värdet  $25\text{ V/T}$  för "sensitivity" och att  $U_{UT} = 2,5\text{ V}$  då  $B=0$ . Bestäm flödestätheten  $B$  då  $U_{UT} = 4,15\text{ V}$ . Sensorn får antas vara linjär. (2p)



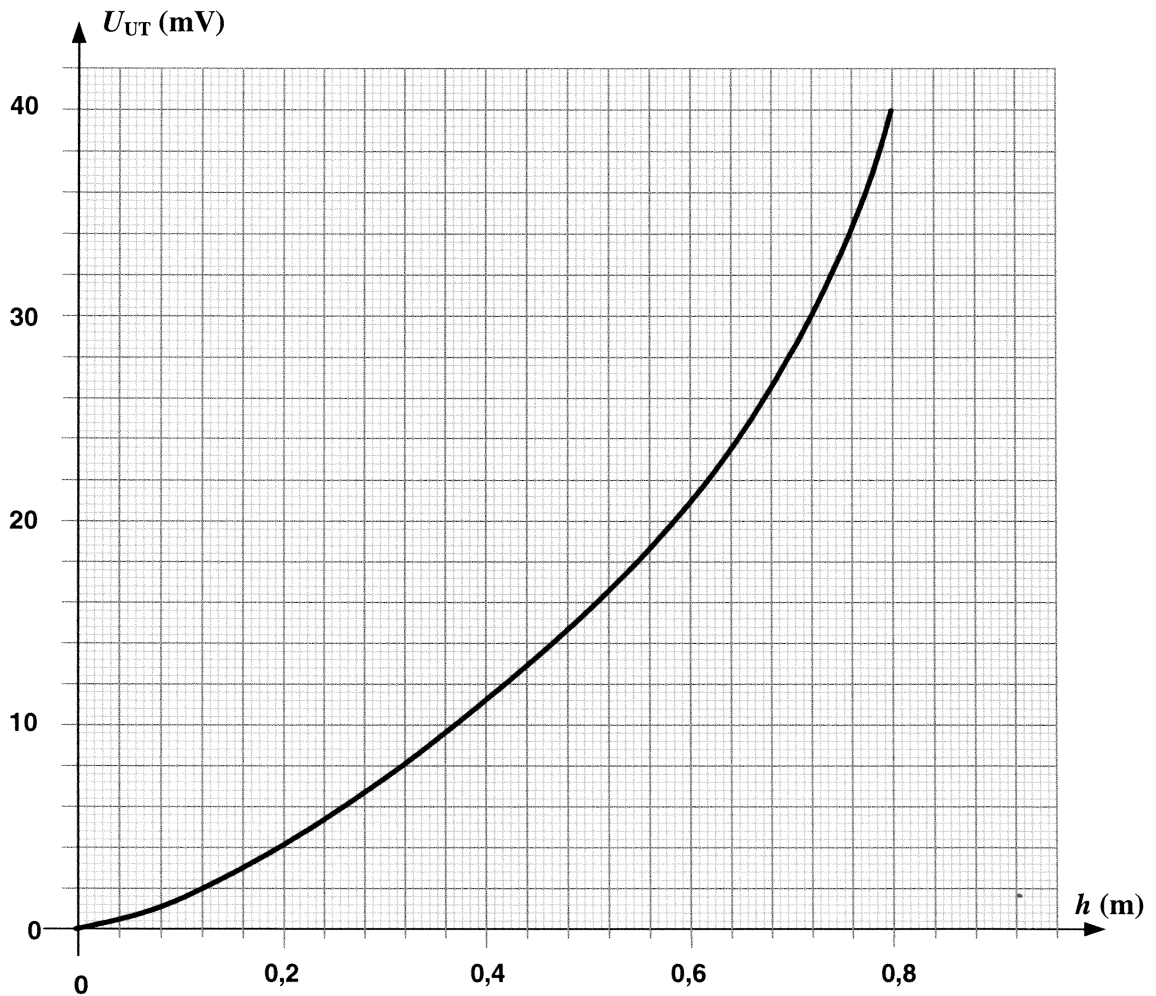
4. Två töjningsgivare  $R_3$  och  $R_4$  med givarfaktorn 2,08 sitter i en brygga enligt schemat nedan. Givarna är limmad på en dragstång med längden 1,5m och diametern 20mm och mäter dragstångens töjning i längdriktningen. Dragstången är tillverkad av stål med elasticitetsmodul  $E = 200\text{ GPa}$ . Bryggans obalansspänning  $U$  förstärks varefter den omvandlas till ström. Bestäm dragstångens förlängning i mm då  $U_{UT} = 2,15\text{ V}$



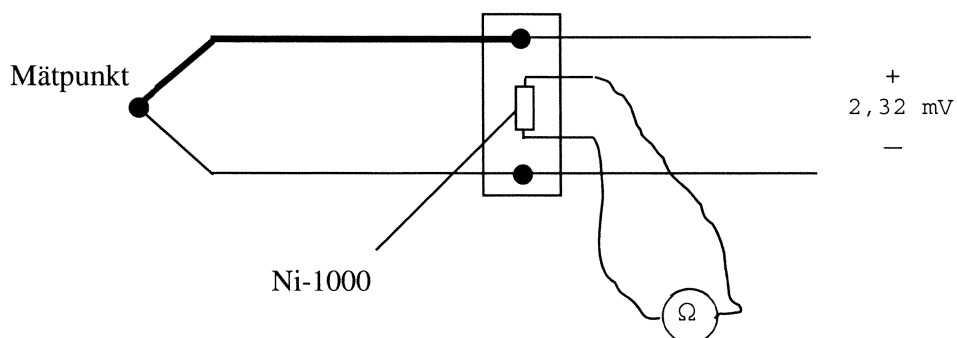
I vila gäller  $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 350\ \Omega$ .

(4p)

5. En nivågivare ger en spänning  $U_{UT}$  som funktion av vätskenivån  $0 \leq h \leq 0,8\text{m}$  enligt diagrammet nedan.  
Bestäm givarens linjaritetsavvikelse ( i %). Visa i diagrammet hur du räknat. (2p)

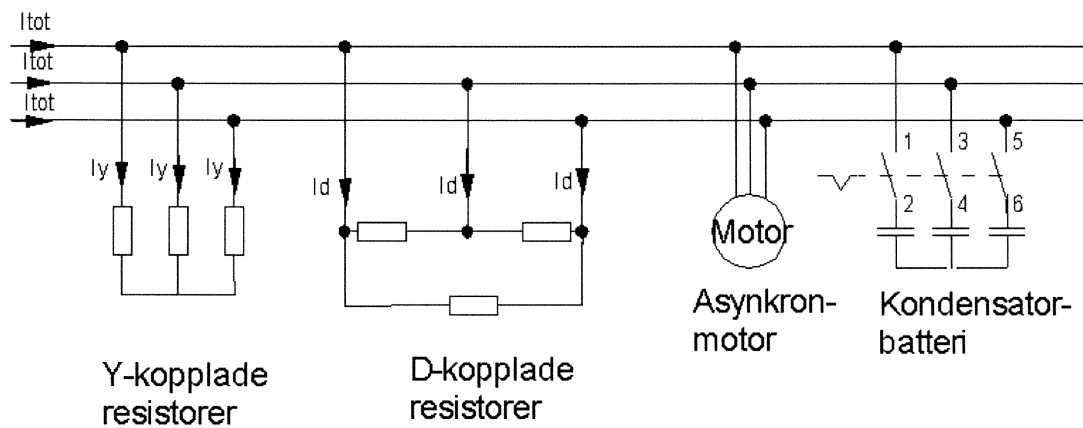


6. Figuren nedan visar en koppling med ett termoelement Typ-T.  
Referenspunktens temperatur mäts med en motståndstermometer av typen Cu-1000.  
Ohmmetern i figuren visar resistansen  $909 \Omega$ .  
Vilken temperatur har mätpunkten i figuren nedan?  
Termoelementet får EJ betraktas som linjärt. Tabell finns vid formelsamling. (3p)



7. Betrakta det elektriska schemat här nedan. Man vet att huvudspänningen i trefassystemet är 400 V. Varje resistor i Y-kopplingen har resistans  $R_1=30\ \Omega$  och varje resistor i D-kopplingen har resistansen  $R_2=60\ \Omega$ . Asynkronmotorn är märkt med effekten 10 kW vid ett  $\cos\phi=0,8$ . Verkningsgraden är 85% och motorn går märkbelastad.

- a) Bestäm storleken på strömmen  $I_y$  (1p)  
 b) Bestäm storleken på strömmen  $I_d$  (1p)  
 c) Bestäm storleken på strömmen  $I_{tot}$  om kondensatorbatteriet **inte** är inkopplat (3p)  
 d) Bestäm storleken på strömmen  $I_{tot}$  om kondensatorbatteriet **är inkopplat** så att totala fasvinkeln för hela anläggningen är  $0^\circ$ . (1p)



8. Besvara följande frågor med hjälp av asynkronmotorns märkskylt. Antag att motorn är ansluten till huvudspänning 400 V och 50 Hz.

- a) Vilket poltal har motorn? (0,5p)  
 b) Hur stor skenbar effekt förbrukar motorn vid märkdrift? (0,5p)  
 c) Bestäm vilket motorns varvtal blir om den kopplas till en belastning vars moment är konstant 40 Nm för alla varvtal. (2p)

<b>LenWids motorer</b>	
Motor MBTA 160 M	IEC 34-1 (1983)
3-fas 50 Hz	Nr 67546577
10 kW	1410 r/min
Cl F	IP 55 $\cos\phi$ 0,90
693 V Y	10,6 A
400 V D	18,4 A
Cat.no MK 152 201-AS	50 kg
6306-Z/C3	6205-Z/C3

9.

En permanentmagnetiserad likströmsmotor har följande data:

Märkspänning 12 V  
Märkström 7,2 A  
Märkmoment 0,094 Nm  
Märkvarvtal 6800 rpm  
Rotorresistans 0,37  $\Omega$

- a) Hur stor värmeeffekt avger motorn vid märkdrift? (1p)
- b) Vilket är motorns startmoment? (1p)
- c) Hur stort är motorns tomgångsvarvtal? (Antag försumbara förluster i motorn) (1p)

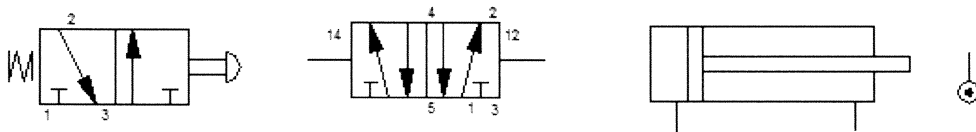
10. En dubbelverkande cylinder ska styras av 4 stycken återfjädrande 3/2 ventiler med tryckknapp samt en bistabil 5/2 ventil.

Om 3/2 ventilerna har benämningarna A, B, C och D så ska följande gälla:

Cylindern ska gå plus och sedan stanna där (minnesfunktion) då A OCH B aktiveras.

Cylindern ska gå minus och sedan stanna där (minnesfunktion) då C ELLER D aktiveras

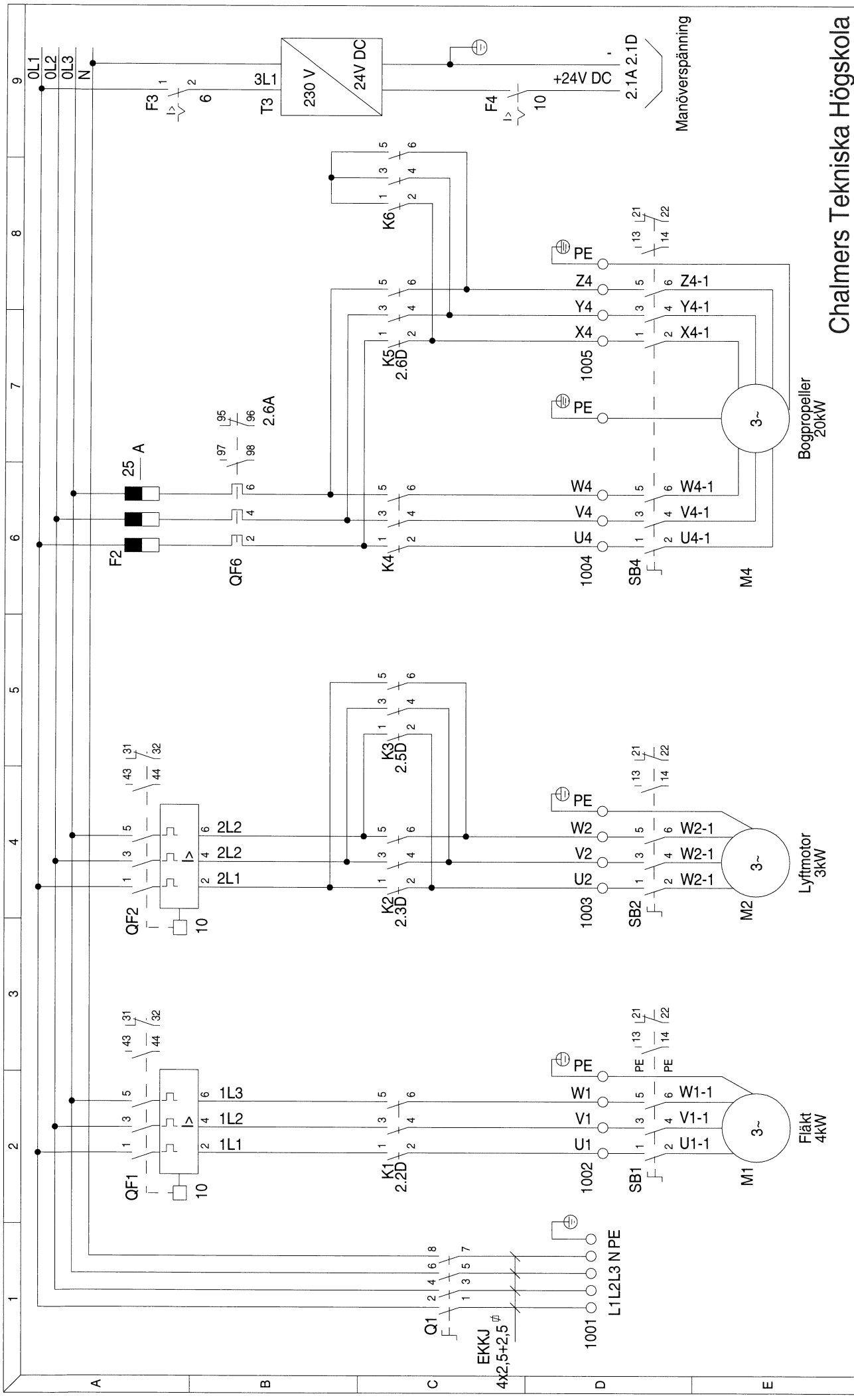
Rita ett schema som endast innehåller symbolerna nedan (samt förbindelseledningar) som uppfyller villkoren ovan. (3p)



11. Rita en figur som visar principen för en borstlös permanentmagnetiserad likströmsmotor. Förklara m h a figuren motorns funktion. (2p)

12. På nästa sida visas en del av elschemat för styrning av 3 stycken trefasmotorer.

- a) Vilken funktion har kontaktorer K2 och K3? (0,5p)
- b) Vilken funktion har kontaktorer K4, K5 och K6? (0,5p)
- c) Vilken funktion (när används den) har komponenten SB1? (0,5p)
- d) Vilken funktion har komponenten QF2? (0,5p)
- e) Vid komponenten K1 står det 2.2D. Vad betyder detta? (0,5p)
- f) Vid komponenten SB1 finns kontakter märkta 13, 14, 21 och 22. Vad brukar dessa kontakter kallas? (0,5p)



KONST.	DATEM	INSTR.BUD	BUD
LW		2	1
GRANSKAD	UTGÅVA	RTNR NR	
	A*		20070228

*Uppgift 12*

## Formelsamling Givare och Don 2018

### Wheatstonebrygga

Givare:  $R = R_0 + \Delta R$

1 aktiv givare:  $U = \pm \frac{\Delta R}{4 \cdot R_0 + 2 \cdot \Delta R} \cdot E \approx \pm \frac{1}{4} \cdot \frac{\Delta R}{R_0} \cdot E$  då  $|\Delta R| \ll R_0$

2 aktiva givare:  $U \approx \pm \frac{1}{2} \cdot \frac{\Delta R}{R_0} \cdot E$  då  $|\Delta R| \ll R_0$

4 aktiva givare:  $U = \pm \frac{\Delta R}{R_0} \cdot E$

Tecknet på U bestäms av bryggans koppling.

### Motståndstermometer

$R = R_0 \cdot (1 + \alpha T)$ , där

$T$  = Temperatur i [ $^{\circ}\text{C}$ ]  
 $R_0$  = Resistans vid  $0^{\circ}\text{C}$   
 $\alpha = 3,85 \cdot 10^{-3} [^{\circ}\text{C}^{-1}]$  för platina  
 $\alpha = 6,75 \cdot 10^{-3} [^{\circ}\text{C}^{-1}]$  för nickel.  
 $\alpha = 4,33 \cdot 10^{-3} [^{\circ}\text{C}^{-1}]$  för koppar.

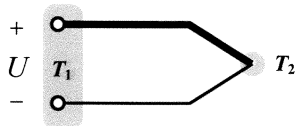
### Termoelement

$U = E_{AB}(T_2, 0^{\circ}) - E_{AB}(T_1, 0^{\circ})$

Med tabell

$U = k \cdot (T_2 - T_1)$

Linjär approximation där:



$k = 42,5 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$	Typ T
$k = 53,7 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$	Typ J
$k = 41,0 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$	Typ K
$k = 6,43 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$	Typ R
$k = 27,7 \mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$	Typ N

### Termistor

$R = R_{25} \cdot e^{B \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{298} \right)}$  där

$R_{25}$  = resistansen vid  $25^{\circ}\text{C}$

$T$  = Temperatur i [K]

$B$  = konstant beroende av givaren

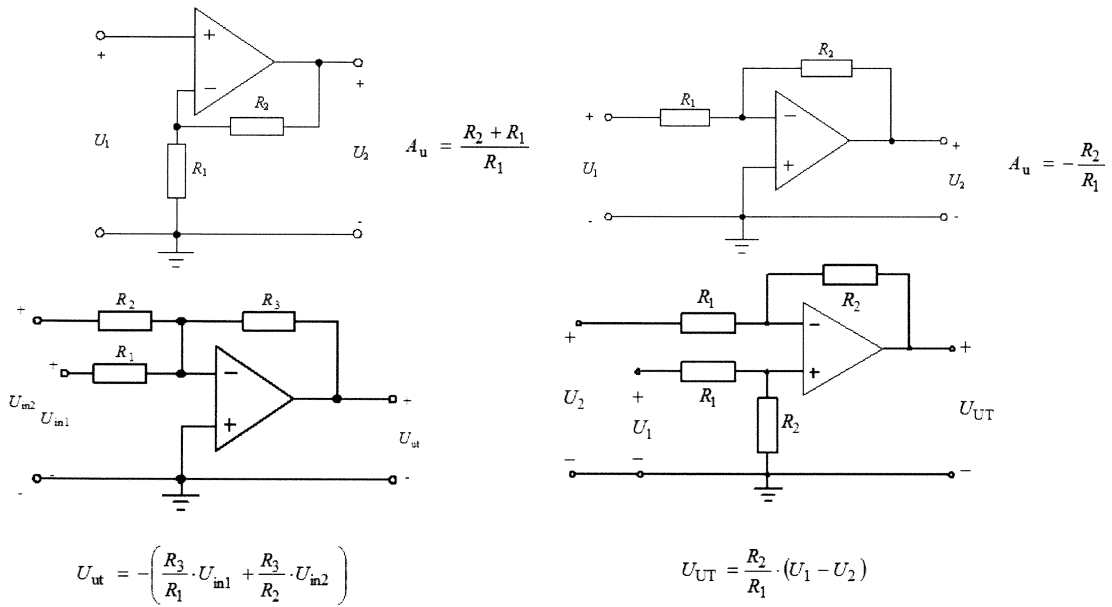
### Elektronisk ispunkt med motståndstermometer

$R_1 = \frac{\alpha \cdot E}{k} \cdot R_0$

### Töjning

$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L} = \frac{\sigma}{E}$      $\sigma = \frac{F}{A}$      $r = k_f \cdot \varepsilon$      $r = \frac{\Delta R}{R_0}$      $R = R_0 + \Delta R = R_0(1 + r)$

**OP-kopplingar**



**LIKSTRÖM:**

$U = R \cdot I$

$P = U \cdot I = U^2/R = R \cdot I^2$

**Seriökoppling**  $R_{ers} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$

**Parallellkoppling**  $1/R_{ers} = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots$

**VÄXELSTRÖM(1-fas):**

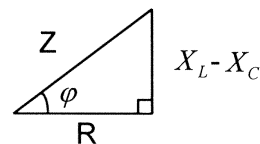
$X_L = \omega \cdot L \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot f$

$X_C = 1/(\omega \cdot C)$

$U = Z \cdot I$

**Seriökoppling:**

$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$

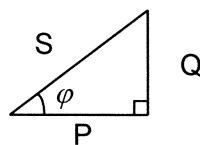


**Effekt:**

$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$

$Q = U \cdot I \cdot \sin\varphi$

$S = U \cdot I$





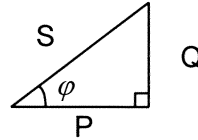
### VÄXELSTRÖM(3-fas):

Totaleffekter i trefassystem

$$P = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_l \cdot \cos\varphi$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_l \cdot \sin\varphi$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U_h \cdot I_l$$



$$U_h = \sqrt{3} \cdot U_f$$

### ID-koppling:

$$I_l = \sqrt{3} \cdot I_{lf}$$

### VERKNINGSGRAD:

$$\eta = P_{ut} / P_{in}$$

### ROTERANDE MASKINER:

$$P_{mek} = M \cdot \omega \quad \text{där} \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot n / 60, \quad n \text{ angivet i rpm.}$$

$$M_{acc} = J \cdot d\omega/dt \quad \text{där } J \text{ är masströghetsmoment och } d\omega/dt \text{ är vinkelacceleration i rad/s}^2.$$

### Likströmsmotorn (approximativa samband):

$$\begin{array}{ll} \text{Inducerad spänning:} & E = k_E \cdot n \quad (\text{permanentmagnetiserad}) \\ & E = k_{E2} \cdot n \cdot I_m \quad (\text{elektromagnetiserad}) \end{array}$$

$$\begin{array}{ll} \text{Moment:} & M = k_M \cdot I_a \quad (\text{permanentmagnetiserad}) \\ & M = k_{M2} \cdot I_a \cdot I_m \quad (\text{elektromagnetiserad}) \end{array}$$

$$\text{Spänningssamband:} \quad U = E + R_a \cdot I_a$$

$$\begin{array}{ll} \text{Varvtalssamband:} & n = (U - R_a \cdot I_a) / k_E \quad (\text{permanentmagnetiserad}) \\ & n = (U - R_a \cdot I_a) / (k_{E2} \cdot I_m) \quad (\text{elektromagnetiserad}) \end{array}$$

### Asynkronmotorn:

$$\text{Synkrona varvtalet:} \quad n_s = 2 \cdot f \cdot 60 / p$$

$$\text{Eftersläpning:} \quad s = (n_s - n) / n_s$$

$$\text{Moment – spänningsberoende:} \quad M = konst \cdot U^2$$

$$\text{Moment – approx linjära området:} \quad M = konst \cdot s = konst \cdot (n_s - n) / n_s$$

# Termoelementstabell, typ-T

Nedan följer en tabell över termoemk:n (i mV) för ett termoelement av typ T. Typ T består av koppar-konstantan och används i intervallet -260 C till 390 C.

°C	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1
-260	-6,258	-6,256	-6,255	-6,253	-6,251	-6,248	-6,245	-6,242	-6,239	-6,236
-250	-6,232	-6,228	-6,223	-6,219	-6,214	-6,209	-6,204	-6,198	-6,193	-6,187
-240	-6,180	-6,174	-6,167	-6,160	-6,153	-6,146	-6,138	-6,130	-6,122	-6,114
-230	-6,105	-6,096	-6,087	-6,078	-6,068	-6,059	-6,049	-6,038	-6,028	-6,017
-220	-6,007	-5,996	-5,985	-5,973	-5,962	-5,950	-5,938	-5,926	-5,914	-5,901
-210	-5,888	-5,876	-5,863	-5,850	-5,836	-5,823	-5,809	-5,795	-5,782	-5,767
-200	-5,753	-7,739	-5,724	-5,710	-5,695	-5,680	-5,665	-5,650	-5,634	-5,619
-190	-5,603	-5,587	-5,571	-5,555	-5,539	-5,523	-5,506	-5,489	-5,473	-5,456
-180	-5,439	-5,421	-5,404	-5,387	-5,369	-5,351	-5,334	-5,316	-5,297	-5,279
-170	-5,261	-5,242	-5,224	-5,205	-5,186	-5,167	-5,148	-5,128	-5,109	-5,089
-160	-5,070	-5,050	-5,030	-5,010	-4,989	-4,969	-4,949	-4,928	-4,907	-4,886
-150	-4,865	-4,844	-4,823	-4,802	-4,780	-4,759	-4,737	-4,715	-4,693	-4,671
-140	-4,648	-4,626	-4,604	-4,581	-4,558	-4,535	-4,512	-4,489	-4,466	-4,443
-130	-4,419	-4,395	-4,372	-4,348	-4,324	-4,300	-4,275	-4,251	-4,226	-4,202
-120	-4,177	-4,152	-4,127	-4,102	-4,077	-4,052	-4,026	-4,000	-3,975	-3,949
-110	-3,923	-3,897	-3,871	-3,844	-3,818	-3,791	-3,765	-3,738	-3,711	-3,684
-100	-3,657	-3,629	-3,602	-3,574	-3,547	-3,519	-3,491	-3,463	-3,435	-3,407
-90	-3,379	-3,350	-3,322	-3,293	-3,264	-3,235	-3,206	-3,177	-3,148	-3,118
-80	-3,089	-3,059	-3,030	-3,000	-2,970	-2,940	-2,910	-2,879	-2,849	-2,818
-70	-2,788	-2,757	-2,726	-2,695	-2,664	-2,633	-2,602	-2,571	-2,539	-2,507
-60	-2,476	-2,444	-2,412	-2,380	-2,348	-2,316	-2,283	-2,251	-2,218	-2,186
-50	-2,153	-2,120	-2,087	-2,054	-2,021	-1,987	-1,954	-1,920	-1,887	-1,853
-40	-1,819	-1,785	-1,751	-1,717	-1,683	-1,648	-1,614	-1,579	-1,545	-1,510
-30	-1,475	-1,440	-1,405	-1,370	-1,335	-1,299	-1,264	-1,228	-1,192	-1,157
-20	-1,121	-1,085	-1,049	-1,013	-0,976	-0,940	-0,904	-0,867	-0,830	-0,794
-10	-0,757	-0,720	-0,683	-0,646	-0,608	-0,571	-0,534	-0,496	-0,459	-0,421
0	-0,383	-0,345	-0,307	-0,269	-0,231	-0,193	-0,154	-0,116	-0,077	-0,039

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0,000	0,039	0,078	0,117	0,156	0,195	0,234	0,273	0,312	0,352
10	0,391	0,431	0,470	0,510	0,549	0,589	0,629	0,669	0,709	0,749
20	0,790	0,830	0,870	0,911	0,951	0,992	1,033	1,074	1,114	1,155
30	1,196	1,238	1,279	1,320	1,362	1,403	1,445	1,486	1,528	1,570
40	1,612	1,654	1,696	1,738	1,780	1,823	1,865	1,908	1,950	1,993
50	2,036	2,079	2,122	2,165	2,208	2,251	2,294	2,338	2,381	2,425
60	2,468	2,512	2,556	2,600	2,643	2,687	2,732	2,776	2,820	2,864
70	2,909	2,953	2,998	3,043	3,087	3,132	3,177	3,222	3,267	3,312
80	3,358	3,403	3,448	3,494	3,539	3,585	3,631	3,677	3,722	3,768
90	3,814	3,860	3,907	3,953	3,999	4,046	4,092	4,138	4,185	4,232
100	4,279	4,325	4,372	4,419	4,466	4,513	4,561	4,608	4,655	4,702
110	4,750	4,798	4,845	4,893	4,941	4,988	5,036	5,084	5,132	5,180
120	5,228	5,277	5,325	5,373	5,422	5,470	5,519	5,567	5,616	5,665
130	5,714	5,763	5,812	5,861	5,910	5,959	6,008	6,057	6,107	6,156
140	6,206	6,255	6,305	6,355	6,404	6,454	6,504	6,554	6,604	6,654
150	6,704	6,754	6,805	6,855	6,905	6,956	7,006	7,057	7,107	7,158
160	7,209	7,260	7,310	7,361	7,412	7,463	7,515	7,566	7,617	7,668
170	7,720	7,771	7,823	7,874	7,926	7,977	8,029	8,081	8,133	8,185
180	8,237	8,289	8,341	8,393	8,445	8,497	8,550	8,602	8,654	8,707
190	8,759	8,812	8,865	8,917	8,970	9,023	9,076	9,129	9,182	9,235
200	9,288	9,341	9,395	9,448	9,501	9,555	9,608	9,662	9,715	9,769
210	9,882	9,876	9,930	9,984	10,038	10,092	10,146	10,200	10,254	10,308
220	10,362	10,417	10,471	10,525	10,580	10,634	10,689	10,743	10,798	10,853
230	10,907	10,962	11,017	11,072	11,127	11,182	11,237	11,292	11,347	11,403
240	11,458	11,513	11,569	11,624	11,680	11,735	11,791	11,846	11,902	11,958
250	12,013	12,069	12,125	12,181	12,237	12,293	12,349	12,405	12,461	12,518
260	12,574	12,630	12,687	12,743	12,799	12,856	12,912	12,969	13,026	13,082
270	13,139	13,196	13,253	13,310	13,366	13,423	13,480	13,537	13,595	13,652
280	13,709	13,766	13,823	13,881	13,938	13,995	14,053	14,110	14,168	14,226
290	14,283	14,341	14,399	14,456	14,514	14,572	14,630	14,688	14,746	14,804
300	14,862	14,920	14,978	15,036	15,095	15,153	15,211	15,270	15,328	15,386
310	15,445	15,503	15,562	15,621	15,679	15,738	15,797	15,856	15,914	15,973
320	16,032	16,091	16,150	16,209	16,268	16,327	16,387	16,446	16,505	16,564
330	16,624	16,683	16,742	16,802	16,861	16,921	16,980	17,040	17,100	17,159
340	17,219	17,279	17,339	17,399	17,458	17,518	17,578	17,638	17,698	17,759