

## SOVELLETUN TEOLLISUUSELEKTRONIIKAN TEHTÄVIÄ, vko 46/2017

Kirjallisuus: Lämpösuunnittelun kriteerit

Teht. 1) Määritä eri mekanismit/tavat lämmön siirtymiselle pois laitteesta tai komponentista.  
Vastaus: konvektio, johtuminen ja säteily, tarkemmin ks. ao. kuvat.

Elektronisen laitteen lämpösuunnittelu.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

File Edit View Window Help

Home Tools Lamposuunn\_Krite... Elektronisen\_laittee... x

1 / 34 200%

Lämmönsiirtymistä tapahtuu, kun kaksi pintaa on eri lämpötilassa. Lämpö siirtyy kuumemmasta kylmempään. Mitä suurempi lämpötilaero, sitä suurempi määrä lämpöä siirtyy:

$$\text{Lämpömäärä} \propto \text{lämpötilaero}$$

Lämmön siirtyminen pois laitteesta tai komponentista voi tapahtua kolmella eri tavalla:

- konvektio (convection)
- johtuminen (conduction) tai
- säteily (radiation).

Lamposuunn\_Kriteerit\_CV\_s17.pdf - Adobe Acrobat Reader DC

File Edit View Window Help

Home Tools Lamposuunn\_Krite... Elektronisen\_laittee... x

3 / 16 100%

PN-LIITOS

KOTELO

KOMP. LEVY

SISÄILMA

LAITEKOTELO

HUONEILMA

joht. | konv. | sät.

T ↑

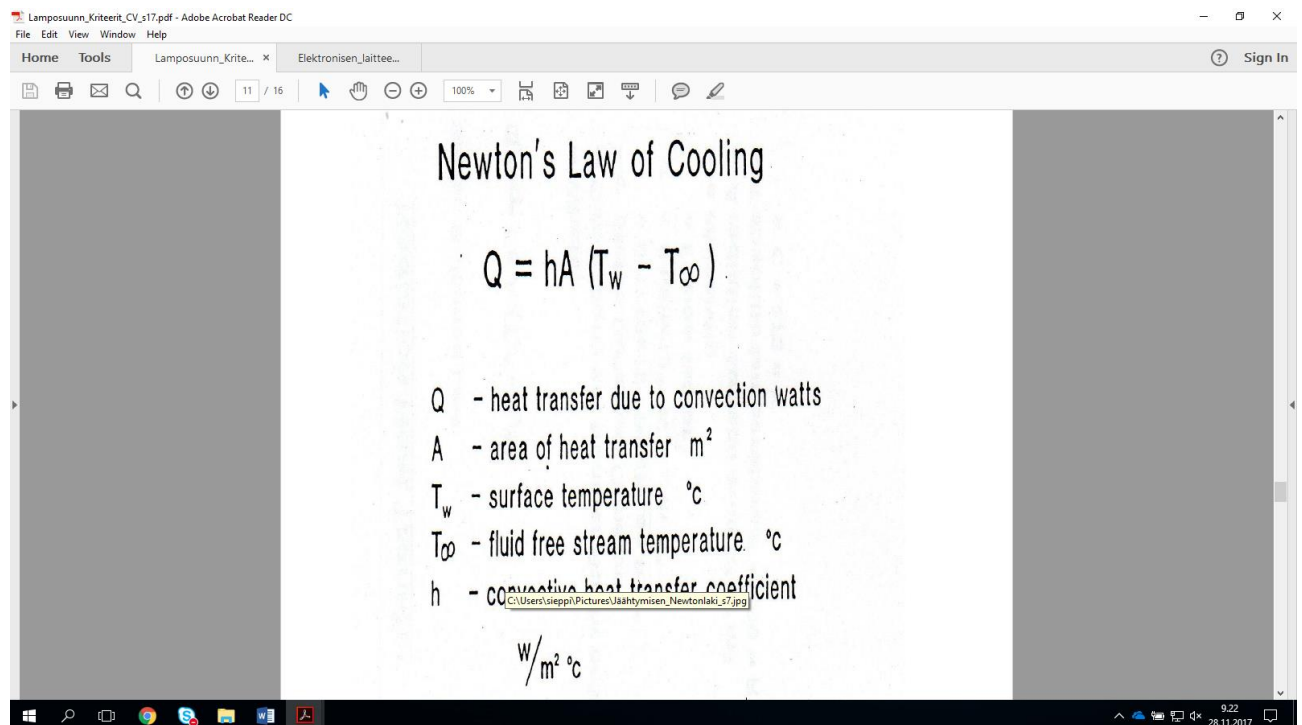
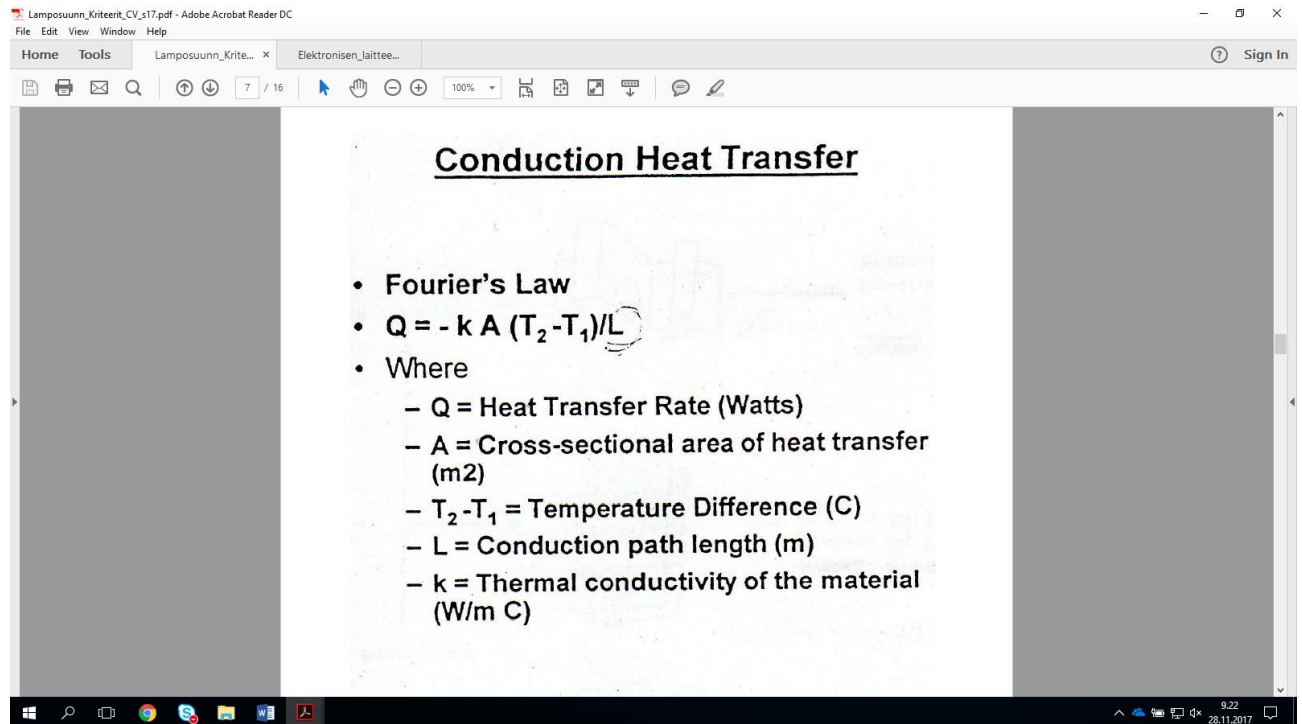
Q ↓

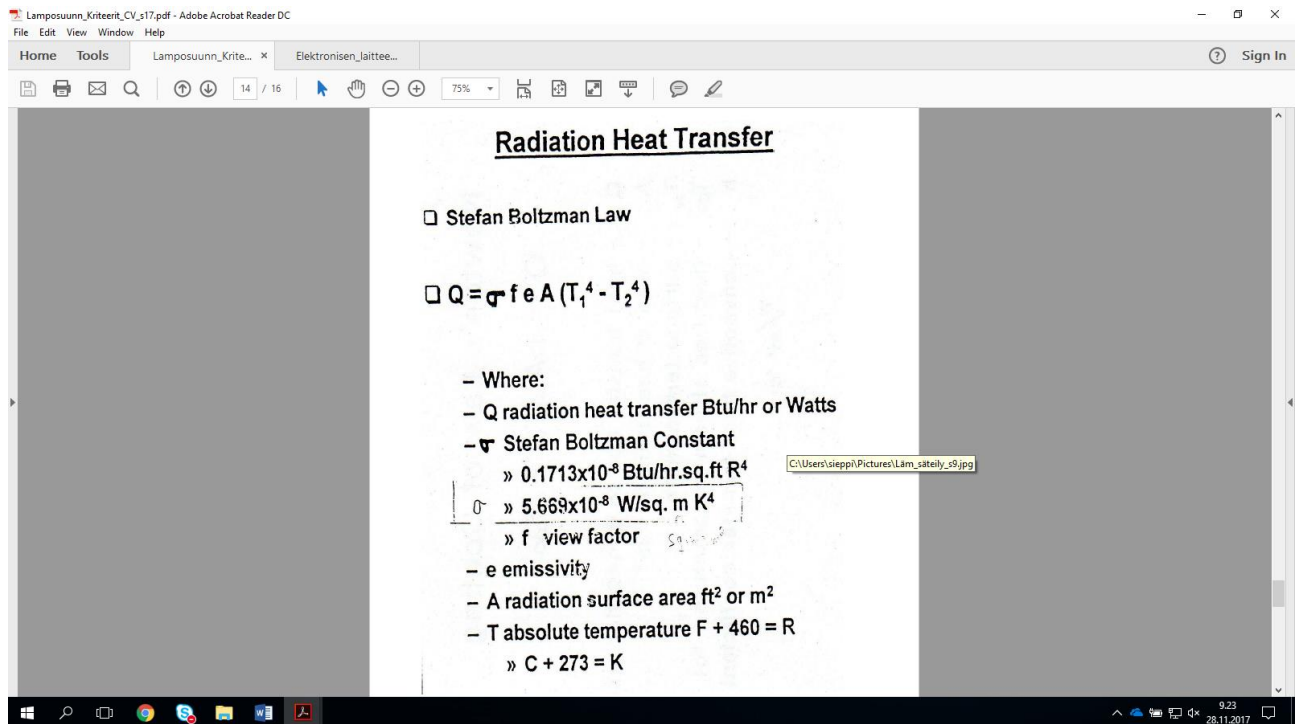
Ratkaissu Lämpöteho

Mitkä ovat eri mekanismien tärkeimmät tekijät, joihin lämpösuunnittelija voi vaikuttaa?

Vastaus: Jokaisen mekanismin kaavassa olevat tekijät, tarkemmin ks. ao. kuvat.

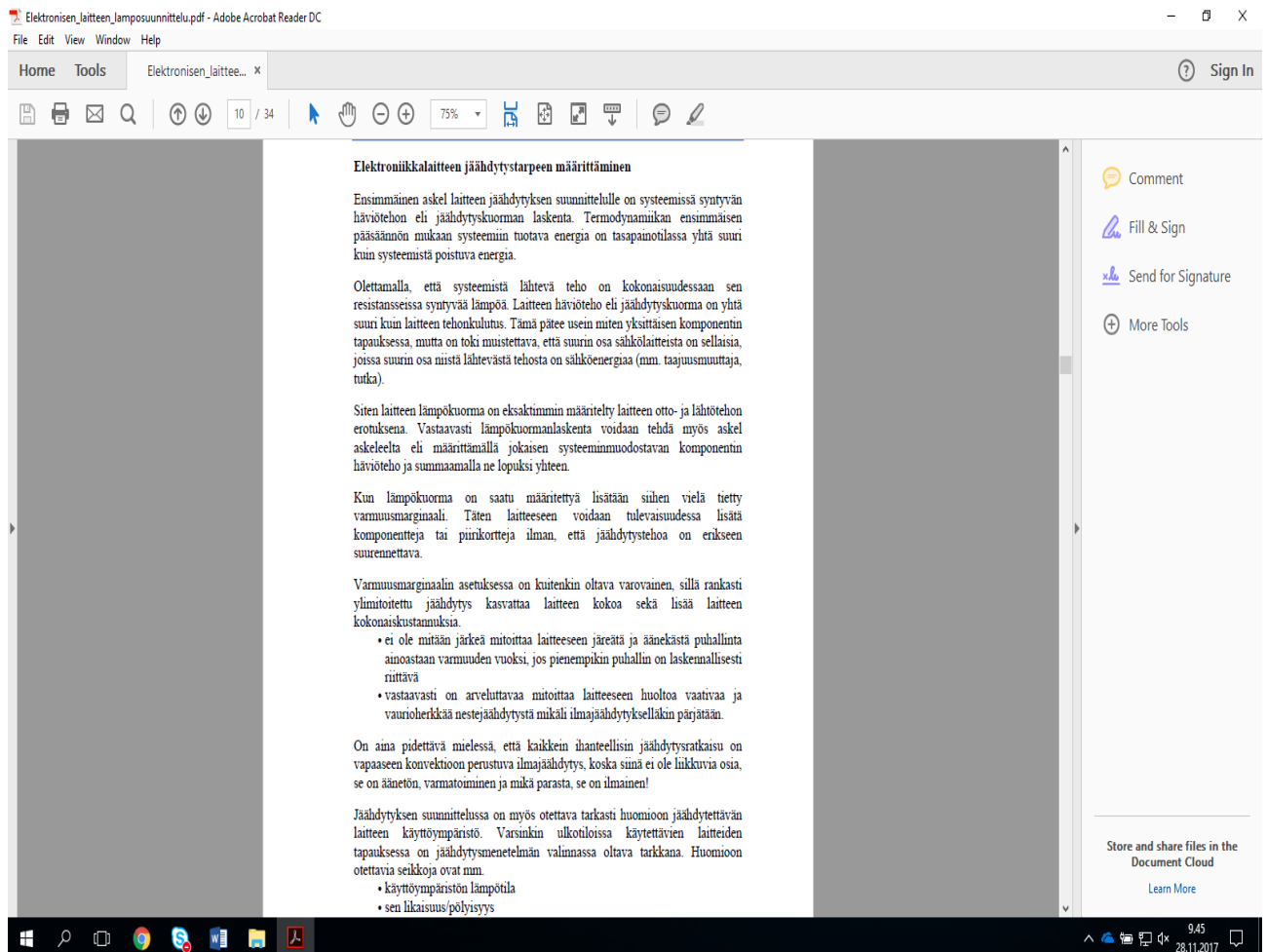
Huom! Samat kaavat löytyvät suomenkielellä materiaalista: Elektronisen laitteen lämpösuunnittelu

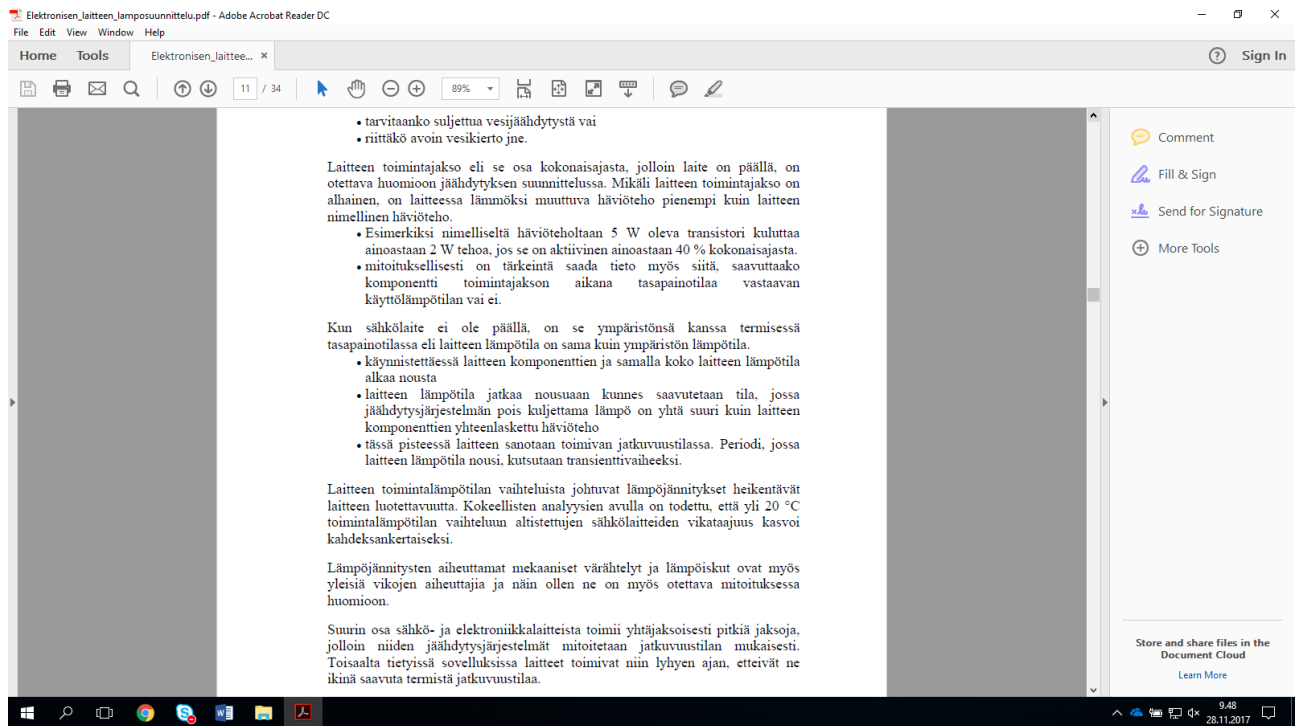




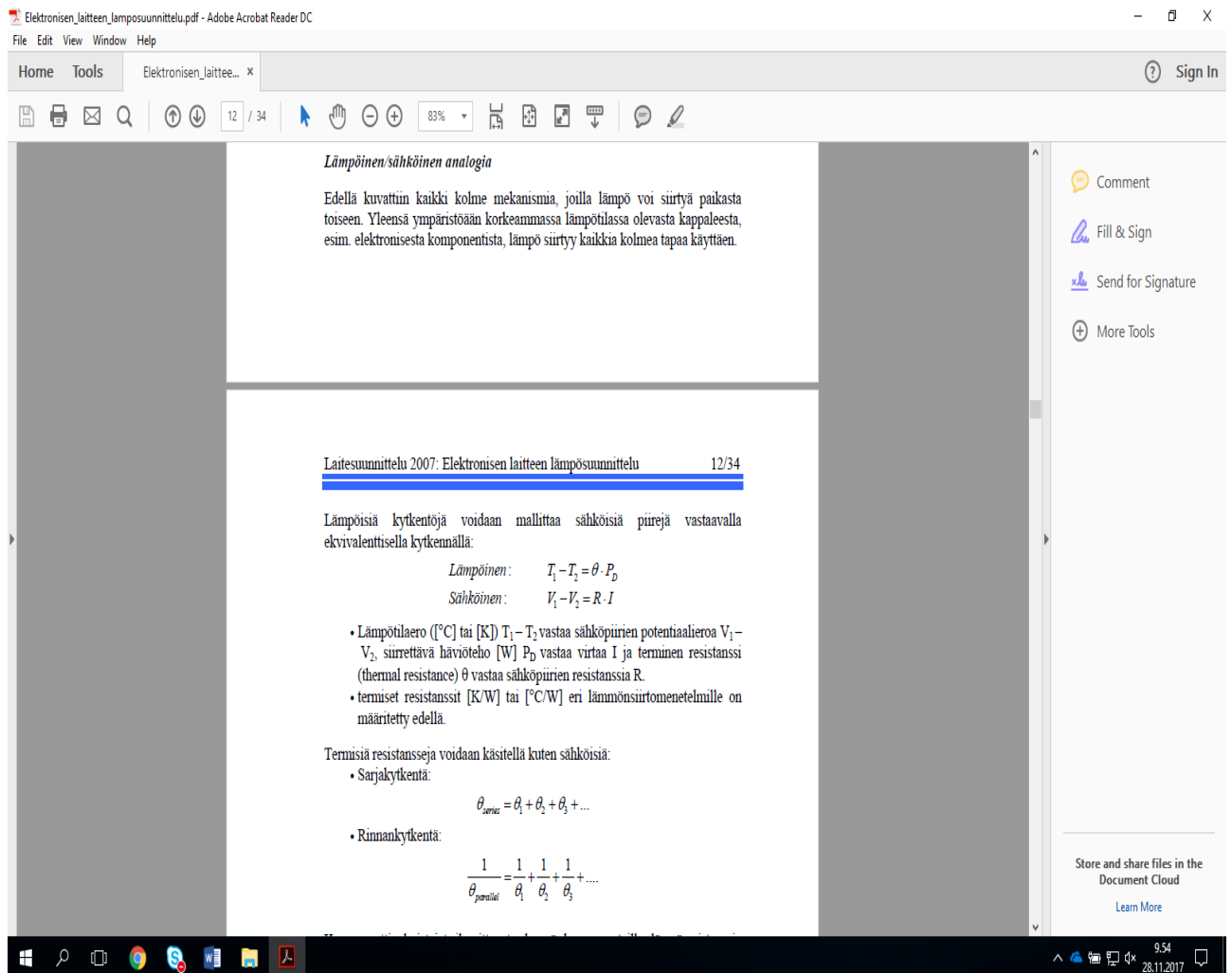
Kirjallisuus: Elektronisen laitteen lämpösuunnittelu

Teht. 2) Määritä elektroniikkalaitteen jäähdytystarpeen määrittämisen keskeiset tekijät.





Teht. 3) Määritä lämpöinen/sähköinen analogia ja niiden keskinäinen vastaavuus.



Kirjallisuus: Elektr\_komp\_jaahdytys\_s17\_ESi

Materiaalissa olevat ko. transistoria 2N2219 eli harjoitukset 2 ja 3.

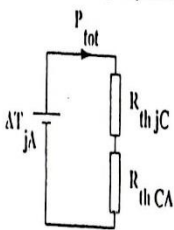
## Jäähdytys

Normaalisti transistorin lämmitys voidaan laskea kollektorivirran ja CE-jännitteen tulona:

$$P \approx U_{CE} \cdot I_C + I_E \cdot U_{EE}$$

Lämmitys lämmittämällä kollektoriliitosta ja poltuu puolijohteesta ympäristöön.

Lämmön siirtymistä voidaan mallintaa sähköisellä sijaistuskennällä:



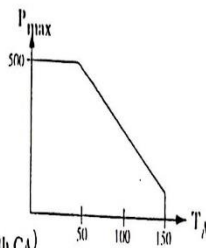
Jäähdytys (Lämpötila)  
n = nennäys (normaali)  
C = case (kuori)

Esimerkiksi BC 547:

$$P_{max} = 500 \text{ mW}$$

$$R_{thJA} = 0,25 \text{ K/mW}$$

$$R_{thJC} = 0,15 \text{ K/mW}$$



Esimerkiksi BC 547:  
• Jäähdytys  
• Jäähdytys  
• Jäähdytys  
• Jäähdytys

Olmui lain mukaan:

$$\Delta T_{JA} = P_{tot} (R_{thJC} + R_{thCA})$$

josta saadaan:

$$P_{max} = \frac{T_{Jmax} - T_A}{R_{thJC} + R_{thCA}}$$

### Harjoitus 2.

Transistoria 2N2219 käytetään 0.35W teholla ilman jäähdytysalustaa. Ympäristön lämpötila on +60 °C. Laske kollektoriliitoksen lämpötila.

### Harjoitus 3.

Transistorin 2N2219 käytetään varustettuna jäähdytysalustalla, jonka lämpöresistanssi on 30 °C/W. Ylimenolämpöresistanssi on 5 °C/W.

a) Laske, mikä on transistorin  $P_{Cmax}$ -arvo, jos ympäristö on +50 °C lämpötilassa.

b) Mikä on kollektoriliitoksen lämpötila, jos transistoria käytetään 1 W teholla?

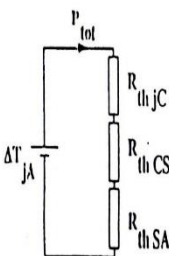
c) Laske transistorin kuoren lämpötila b-kohdan tapauksessa.

d) Vertaile eri jäähdytysprofiileja ja niiden fyysisten mittojen merkitystä jäähdytyskykyyn

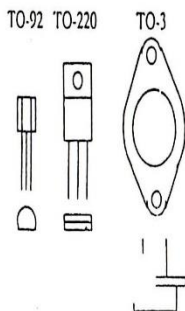
## Lisäjäähdytys

Lämpöresistanssin arvo riippuu komponentin koteloinnista. Tyypillisiä arvoja ovat:

	$R_{thJA}$	$R_{thJC}$
TO-92	250 K/W	150 K/W
TO-220 AB	80 K/W	1,2 K/W
TO-3		1,5 K/W



Jäähdytysalustaa käytettäessä pitää huomioida myös lämpövastus transistorin kuoresta jäähdytysalustaan. Tällä yllämainostusta voidaan pienentää käyttämällä hieman piraasaa.





Harj.2.  $T_j = ?$

$$P_c = \frac{T_j - T_A}{R_{thj-A}}$$

$$\rightarrow T_j - T_A = P_c \cdot R_{thj-A}$$

$$T_j = P_c \cdot R_{thj-A} + T_A$$

$$T_j = 0,35W \cdot 190^\circ C/W + 60^\circ C = \underline{\underline{126,5^\circ C}}$$

Transistori 2N2219

$$P = 0,35W$$

$$T_A = 60^\circ C$$

$$R_{thj-A} = 190^\circ C/W$$

datalehdet

Harj.3. a)  $P_{cmax} = ?$

$$P_{cmax} = \frac{T_{jmax} - T_A}{R_{thj-A}}$$

$$R_{thel} = 30^\circ C/W$$

$$R_{thc-el} = 5^\circ C/W$$

$$T_A = +50^\circ C$$

$$T_{jmax} = 200^\circ C$$

datalehdet

$$R_{thj-c} = 50^\circ C/W$$

datalehdet

$$R_{thj-A} = R_{thj-c} + R_{thc-el} + R_{thel}$$

$$R_{thj-A} = (50 + 5 + 30)^\circ C/W$$

$$R_{thj-A} = 85^\circ C/W$$

$$P_{cmax} = \frac{200^\circ C - 50^\circ C}{85^\circ C/W} = 1,764W \approx \underline{\underline{1,8W}}$$

b)  $T_j = ?$ , kun  $P_c = 1W$

$$T_j = P_c \cdot R_{thj-A} + T_A$$

$$T_j = 1W \cdot 85^\circ C/W + 50^\circ C = \underline{\underline{135^\circ C}}$$

c)  $T_c = ?$

$$T_c = P_c (R_{thel} + R_{thc-el}) + T_A$$

$$T_c = 1W (30^\circ C/W + 5^\circ C/W) + 50^\circ C$$

$$T_c = 85^\circ C$$

Elektr\_komp\_jaahdytys\_s17\_E5i (3) - Word

Eräiden kotelotyyppien lämpöresistanssija

Kotelo	$\theta_{JA} [^\circ C/W]$	$\theta_{JC} [^\circ C/W]$
3 pin SOT-23	300	180
5 pin SOT-23	190	
6 pin SOT-23	165	92
8 pin muovinen DIP	90	
8 pin keraaminen DIP	110	22
8 pin SOIC	160	60
8 pin metallikotelo	150	45
10 pin metallikotelo	150	25
12 pin metallikotelo	100	30
14 pin muovinen DIP	150	
14 pin keraaminen DIP	110	130
14 pin SOIC	120	
15 pin SIP	41	2
16 pin muovinen DIP	120	40
16 pin keraaminen DIP	95	22
16 pin SOIC	85	
18 pin keraaminen DIP	120	35
20 pin muovinen DIP	102	31
20 pin keraaminen DIP	70	10
20 pin SOIC	74	24

Page 4 of 5 0 words Finnish

10:25 28.11.2017