

## Kiire kuumutuspliiats temperatuuri ja kuumutusaja piiramisega

Arvi Kruusing

Hemeltron 2015

Otstarve: mäluplastist neetide kuumutamiseks. Võib olla kasutatav ka muudeks otstarveteks, näiteks mälumetallist detailide paigaldamiseks; valkude koaguleerimiseks, termopolümerisatsiooniks, soojus-tundlike objektide katsetamiseks, soojuslike omaduste mõõtmiseks, jootmiseks jne. Seade on lihtsalt dimensioneeritav otsiku temperatuurini 2000 °C.

### ***Kuumutuspliiatsi omadused***

- kuumutusvõimsus 2...3 W;
- kuumutusotsiku temperatuur piiratud 115 °C;
- maks. temperatuur saavutatakse 1...2 sekundiga;
- kuumutusotsiku tipu läbimõõt ~1 mm;
- otsikul on vaid 2 ühendusjuhet, et oleks lihtsam teha vahetatavaid otsikuid (see nõue tingis eraldi temperatuurandurist loobumise);
- märgutuled, mis näitavad, et otsiku temperatuur on suurem kui 70 °C (kummalgil küljel eraldi märgutuli, et seade sobiks kasutamiseks nii vasaku- kui paremakäelistele);
- kuumutusaeg siseselt piiratud 15 s ( $t_1$ );
- automaatne siirdumine ooteolekusse 25 s pärast käivitust ( $t_2$ );
- kuumutusvool katkeb, kui käivitusnupp vabastada;
- väike voolutarve ooteolekus: 15  $\mu$ A; tarvitav vool tööolukorras ilma kuumutusvooluta: 1,1/2,7 mA (signaaltuled ei põle / signaaltuled põlevad);
- patareitoide, 1,5 V;
- ühe patareiga (FR6) vähemalt 100 kuumutustsüklit.

### ***Otsiku temperatuuri kontrollimise põhimõte***

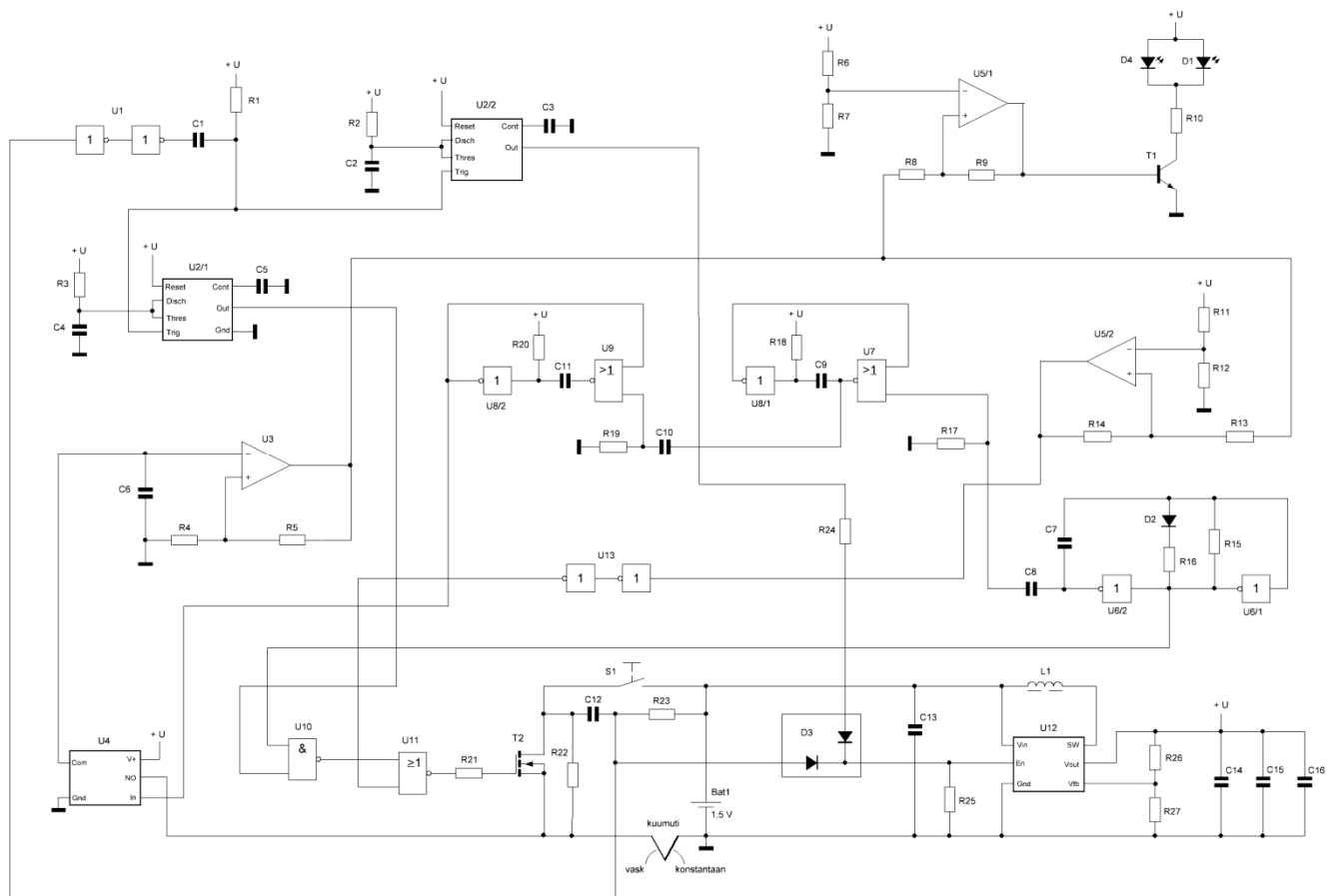
Kuumuti on koostatud kahest jadamisi lülitatud erinevast metalljuhtmest, millel on erinevad Seebeck-tegurid. Kuumutusvoolu katkestatakse perioodiliselt ja pauside ajal määratakse termopinge kuumuti väljaviikude vahel. Kui termopinge ületab suurimale lubatud temperatuurile vastava pinge, katkestatakse kuumutusvool. Kuumutusvool lülitatakse uuesti sisse, kui temperatuur on langenud alla seatud väärtuse.

Siin kirjeldatud realiseeringus kasutati kuumutis juhtmetena vaske ja konstantaani – suure termopinge ja suure traatidevaliku pärast.

## Eelised

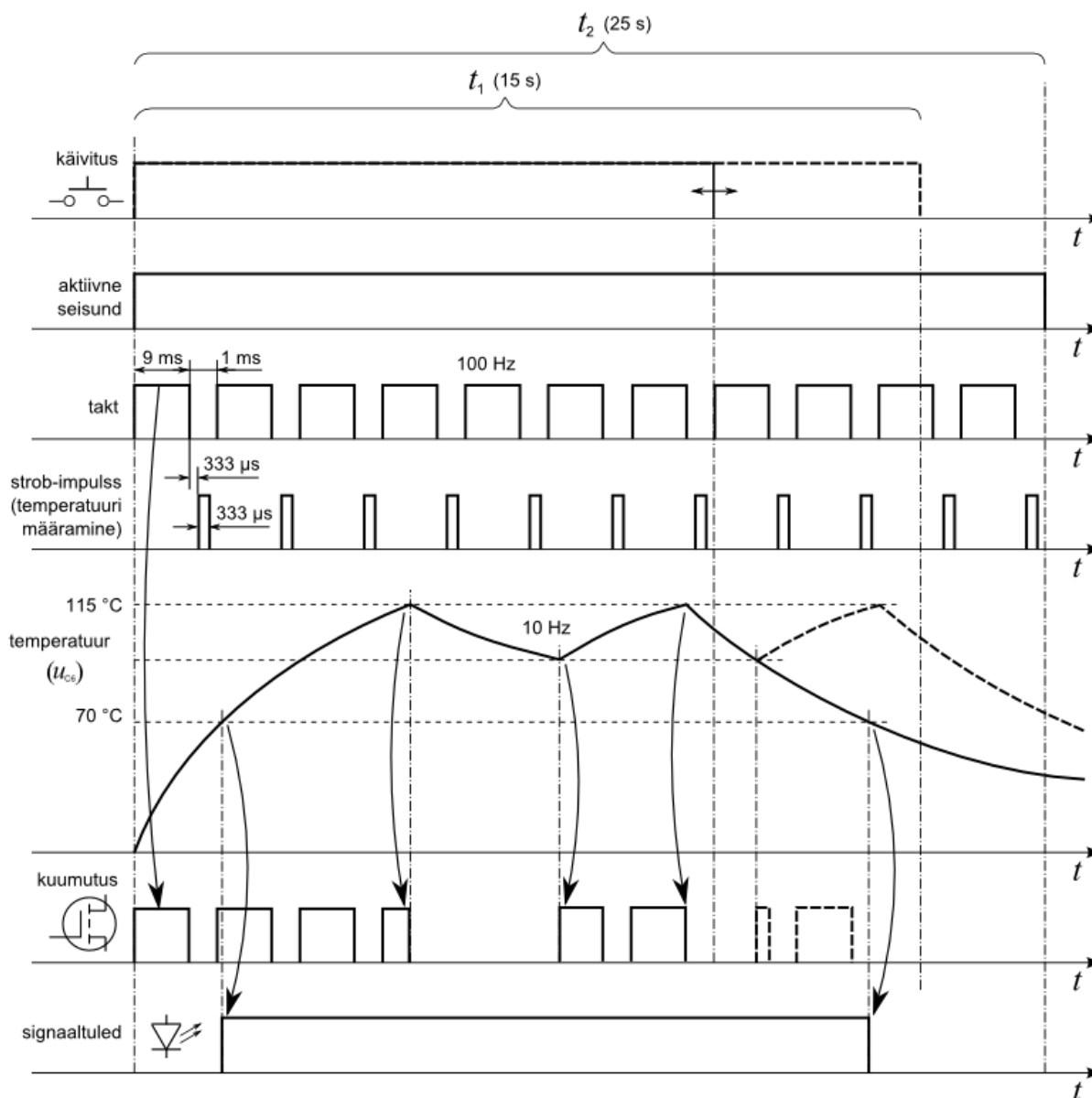
- Termopinge ei sõltu kuumuti elektrilisest takistusest/võimsusest – kuumuteid (otsikuid) vahetades ei ole vaja temperatuuri kontrolli järeleseed. Otsiku ühenduskontaktide takistused ei mõjuta termosignaali.
- Kuumutil on vaid kaks ühendusjuhet.
- Otsiku üleskuumutamisel ei toimu temperatuuri üleviset (vt. diagramm allpool), kuna temperatuuri määratakse vahetult kuumutist. (Eraldi anduri puhul jääks siirdeprotsessi vältel anduri temperatuur oluliselt väiksemaks kui kuumuti temperatuur ja esineks ülevise.)
- Kuumuti koostiosade liitepunkti, kus termopinge tekib, on lihtne paigutada erinevatesse paikadesse kuumutis (näiteks otsiku tippu, keskele või jalamile) ja nii kontrollida seal temperatuuri.

## Elektriskeem



Lüliti S1: Joodetav membraanlüliti; valmistaja INOVAN GmbH & Co. KG, artikkel nr. 40 2210 02; Ø8,2 mm, alapind kullatud; paigaldatud kullatud trükkjuhtmetele.  
Lüliti kommuteeris probleemideta 2 A voolu – ei märgatavaid muutusi peale 200-kordset rakendumist.

## Signaalidiagramm



## Temperatuuri piiramine / stabiliseerimine

### Lähteolukord (ooteseisund):

Pingemuundur U12 on passiivses seisundis; väljundpinge puudub. Kondensaator C13 on laadunud patarei tühijooksupingeneni 1,5...1,8 V ja kondensaator C12 diodi D3 lävipingeni 0,5 V.

### Lüliti S1 rakendumisel:

– Kondensatori C12 pinge liitub patarei pingele (kokku umbes 2...2,3 V); pingemuundur aktiveerub (kuna pinge sisendil En ületab  $0,9 \times U_{bat}$ ). Ka Schmitt-trigeri U1 ümberlülitumislävi ületub ja trigeri väljundil olevas RC-lülis R1C1 formeerub käivitusimpulss taimeritele U2.

– U2 väljund 5 siirdub ~25 sekundiks kõrgele nivoole (lülituse aktiivse oleku kestus) ja U2 väljund 9 siirdub ~15 sekundiks kõrgele nivoole (suurim võimalik kuumutusaeg).

## Temperatuuri mõõtmine ja piiramine etteantud nivoole:

– Relaksatsioonigeneraator U6 ja impulsigeneraatorid U7...U9 genereerivad signaalid kuumutusvoolu perioodiliseks katkestamiseks ja pauside ajal kuumuti termopinge strobeerimiseks.  
Takistitekombinatsioon R15//R16 määrab kuumutuspausi kestuse (1 ms); U8/2+U9 formeerib strob-impulsi ( $\sim 333 \mu\text{s}$ ); U8/1+U7 nihutab strob-impulsi kuumutusvoolu pausi keskele.

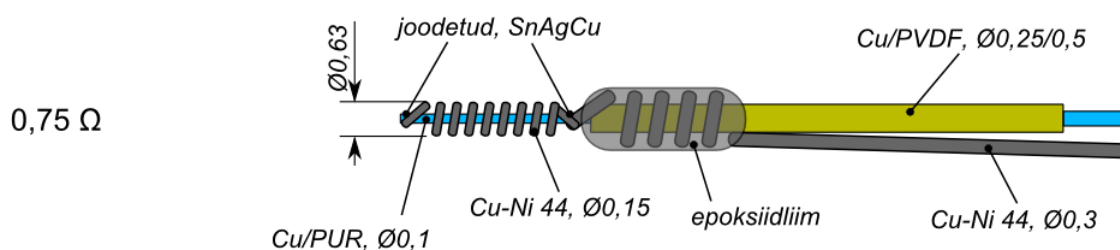
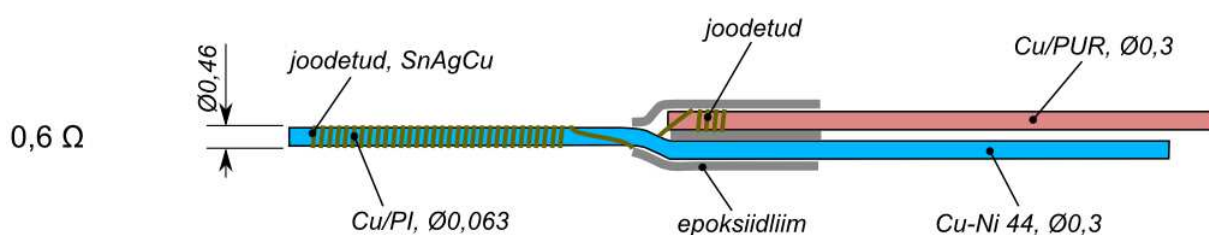
Kuumutusvoolu katkestamise / pinge strobeerimise perioodiks valiti 10 ms – kaalutlusest, et periood oleks oluliselt lühem kui kuumutusotsiku soojuslik inerts.

– U3 võimendab termosignaali (mõned mV) umbes 2 V tasemele.

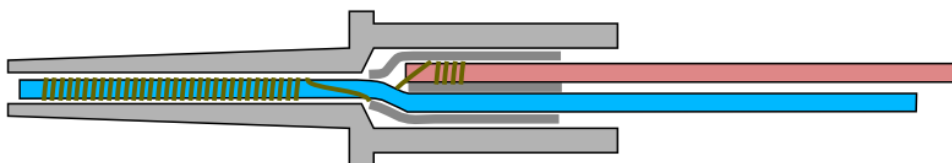
– U5/1 ja U5/2 toimivad hüstereesiga pingekomparaatoritena (Schmitt-trigerid): U5/1 tüürib signaaltulesid ja U5/2 kujutab endast releelist temperatuuriregulaatorit. Regulaatori hüsterees valiti sellisena, et kuumutusotsiku etteantud maksimaaltemperatuur saavutatakse umbes 10 korda sekundis.

– Takisti R21 transistori T2 paisu ees on kuumutusvoolu siirdeprotsesside aeglustamiseks / elektromagnetiliste häirete vältimiseks.

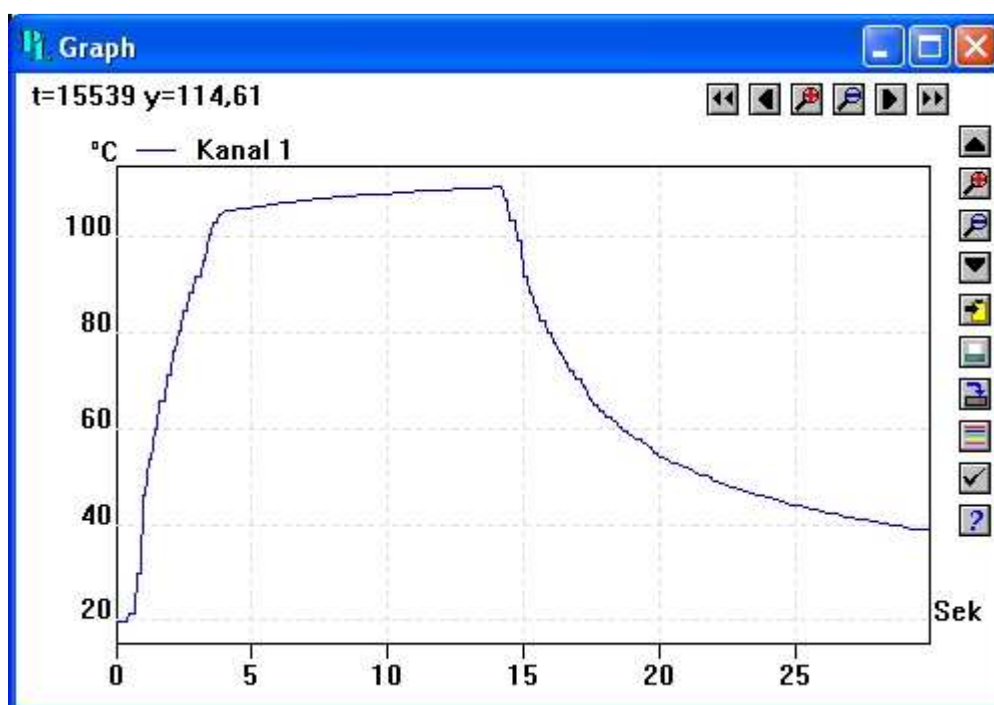
## **Kuumutite konstruktsioon (kuni 140 °C)**



Kuumuti terasotsikus;



Tüüpiline otsiku keskpaiga temperatuur (otsik õhus):

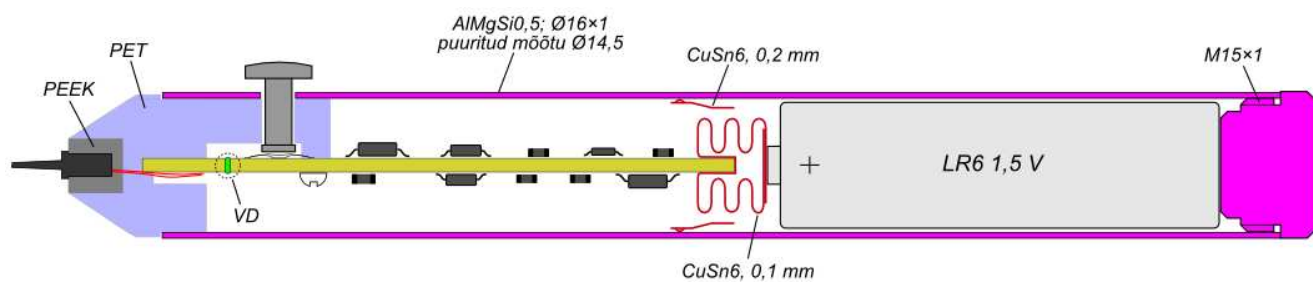


***Seadme üldvaade***



Korpus värviti väljaspoolt pulbervärviga. Aknad signaaltuledele valmistati kuumliimist.

## Siseehitus



## Sisevaated



Elektroonikalülitus realiseeriti 2-poolsel trükkplaadil; mitmekihilisest antud etapil loobuti hõlbustamaks kontrollimist / muudatuste tegemist. Teisalt tingis 2-poolne trükkplaat 11 tk. 0  $\Omega$  -takisti kasutamist sildadena.

Elektroonikaosade maksumus kokku oli 6,86 eur (250 seadme seerias aastal 2014).

## Toitekontaktid

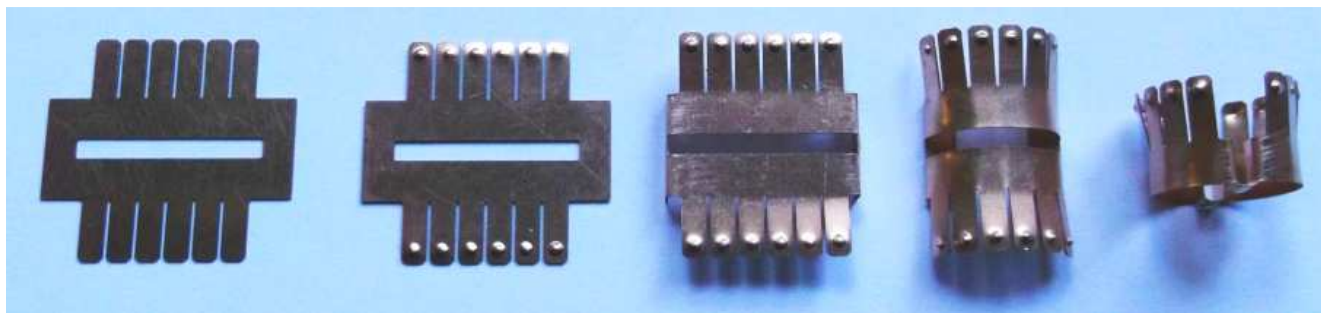
„+“-kontakt:



NB! Antud kuju puhul oli vaja joota ka esimene laine kinni:



„-“-kontakti valmistus:



Kontaktid kaeti tinaga.