

7. Parameetrised stabilisaatorid

IRO0060 Infosüsteemide elektriseadmed
Ivo Mürsepp

Püsipingeallikad

- Püsipingeallikad leiavad laialdast kasutust
 - Tugipingeallikatena
 - Pingestabilisaatoritena



2

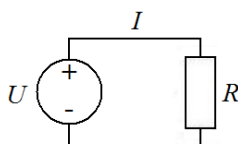
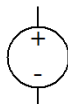
Ivo Mürsepp

Foto: <http://sunstarengg.tradeindia.com/>

14.10.2014

Ideaalne pingepingeallikas

- Ideaalse pingepingeallika klemmpinge U ei sõltu allikat läbivast voolust I
- Ideaalse pingepingeallika sisetakistus $r = 0$
- Ideaalne pingepingeallikas suudab koormusele anda lõpmatult suurt võimsust $P_{välj} = \infty$ ($R \rightarrow 0$)



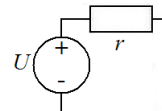
3

Ivo Mürsepp

14.10.2014

Reaalne pingepingeallikas

- Reaalne pingepingeallika klemmpinge U sõltub allikat läbivast voolust I , kuid võimalikult vähe.
- Reaalne pingepingeallika sisetakistus r on alati nullist suurem, kuid võimalikult väike.
- Reaalne pingepingeallika väljundvõimsus on piiratud.
- Reaalset pingepingeallikat saab modelleerida **Thévenin'i** askeemina koosnevalt ideaalsest pingepingeallikast ja sellega jadamisi asetsevast mittenuullisest allika sisetakistusest r



4

Ivo Mürsepp

14.10.2014

Pingestabilisaator

- Pingestabilisaator (*Voltage regulator*) on elektroonikaseade mis tagab automaatselt konstantse väljundpinge väärtuse.
- Seade tagab koormuse jaoks stabiilse toitepinge sõltumatult allika pingest, koormuse ja stabilisaatori parameetrite muutustest.



5

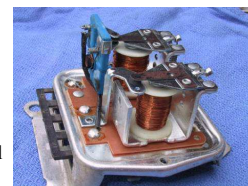
Ivo Mürsepp

Foto: <http://www.welbornelabs.com/ps8.htm>

14.10.2014

Pingestabilisaatorite jaotus

- Elektromehaanilised
- Lineaarstabilisaatorid
 - Parameetrised stabilisaatorid
 - Vastusidega stabilisaatorid
 - Jadastabilisaatorid
 - Rööpstabilisaatorid
- Impulss-stabilisaatorid
- Alalis- ja vahelduvpingestabilisaatorid



6

Ivo Mürsepp

Foto: <http://www.madelectrical.com/electricaltech/remotevoltagesensing.shtml>

14.10.2014

Pingestabilisaatori parameetrid

- **Stabiliseerimistegur** k_{st} näitab mitu korda on väljundpinge suhteline muutus väiksem sisendpinge omast

$$k_{st} = \frac{\frac{\Delta U_s}{U_s}}{\frac{\Delta U_v}{U_v}} = \frac{\Delta U_s U_v}{U_s \Delta U_v}$$

- **Silutegur** q näitab pulsatsiooniteguri vähenemise määra

$$q = \frac{k_{pul-s}}{k_{pul-v}}$$

7

Ivo Müürsepp

14.10.2014

Pingestabilisaatori parameetrid II

- **Väljundtakistus** R_v iseloomustab stabilisaatori võimet hoida väljundpinget püsivana koormusvoolu muutusel.

$$R_v = \frac{\Delta U_v}{\Delta I_v}$$

- **Kasutegur** η on stabilisaatorist tarbitava võimsuse ja stabilisaatori sisendvõimsuse suhe

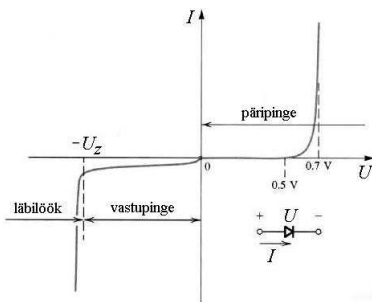
$$\eta = \frac{P_v}{P_s} = \frac{U_v I_v}{U_s I_s}$$

8

Ivo Müürsepp

14.10.2014

Tugipingeallika realiseerimine

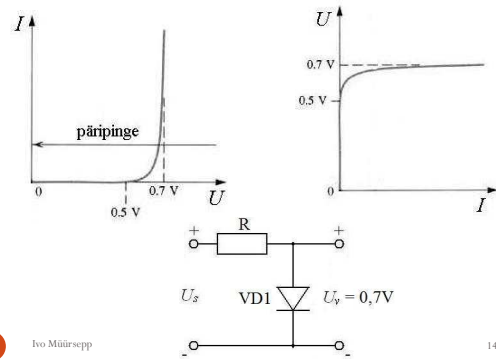


9

Ivo Müürsepp

14.10.2014

Tugipingeallikas pooljuhtdiodil

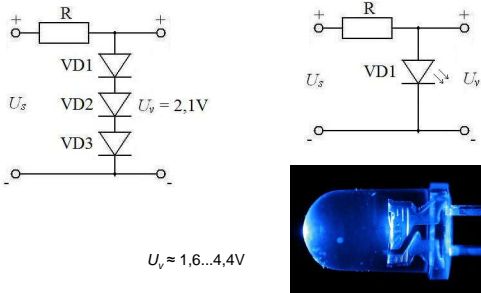


10

Ivo Müürsepp

14.10.2014

Tugipingeallikas pooljuhtdiodil



$$U_v \approx 1,6 \dots 4,4V$$

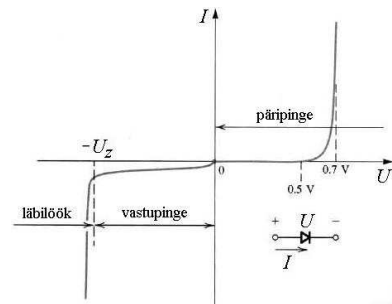
11

Ivo Müürsepp

Foto: <http://www.bioneer.ee/eluviis/tarbitmine/aid-1902/LED-valgustus-annab-v%C3%B5imaluse-elada-tulevikus-juba-1%C3%A4na>

14.10.2014

Tugipingeallika realiseerimine



12

Ivo Müürsepp

14.10.2014

Zenerdiod

13 Ivo Müürsepp 14.10.2014

Clarence Melvin Zener

14 Ivo Müürsepp Foto: <http://photos.aip.org/quickSearch.jsp?q=search=zener&group=10&Submit=GO> 14.10.2014

Zenerdiod - parameetrid

- Stabiliseerimispinge U_z
- Stabiliseerimisvool I_{zmin} ja I_{zmax}
- Dünaamilne takistus r_z
- Maksimalne lubatav hajuvõimsus P_{max}
- Temperatuuritegur α_{UZ} [mV/K]

15 Ivo Müürsepp Foto: http://et.wikipedia.org/wiki/Pilt:Zener_diode_%28baka%29.jpg 14.10.2014

Zenerdiodiga tugipingeallika arvutus

- **Lähteandmed**
 - Stabilisaatori väljundpinge U_v
 - Koormusvool I_v (I_{vmin} , I_{vmax})
 - Stabiliseerimispinge $U_z = U_v$
 - Stabilisaatori sisendpinge $U_s = (1,5..2,5) \cdot U_v$
 - Eeltakisti R takistus peab vastama tingimustele

$$R \geq \frac{U_{smax} - U_z}{I_{zmax} + I_{vmin}} \quad R \leq \frac{U_{smin} - U_z}{I_{zmin} + I_{vmax}}$$

16 Ivo Müürsepp 14.10.2014

Tugipingeallika arvutus II

- Zenerdiodil hajuv suurim võimsus $P_z = U_z I_{zmax} < P_{zmax}$
- Eeltakistil hajuv suurim võimsus $P_{VD1max} = (I_{zmax} + I_{vmin})^2 R$
- Stabiliseerimistegur $k_{st} = \frac{U_v}{U_s} \left(\frac{R}{r_z} + 1 \right)$
- Silutegur $q \approx k_{st}$
- Väljundtakistus $R_v \approx r_z$

17 Ivo Müürsepp 14.10.2014

Temperatuuri mõju

- Zenerdiodi stabiliseerimispinge sõltub **temperatuurist**
- Enamasti on temperatuuritegur positiivne α_{UZ}
- Temperatuuri mõju kompenseerimiseks ühendatakse zenerdiodiga jadamisi negatiivse temperatuuriteguriga element(id).

18 Ivo Müürsepp 14.10.2014

Temperatuuritegur

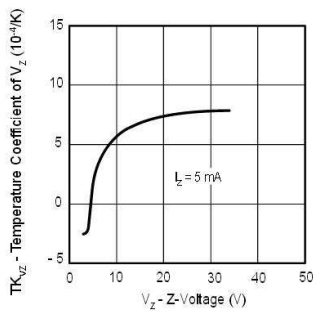


Figure 4. Temperature Coefficient of Vz vs. Z-Voltage

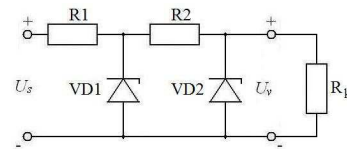
19

Ivo Müürsepp

14.10.2014

Kaheastmeline lülitus

- Tagab suurema stabiliseerimisteguri sisendpinge muutustele suhtes $k_{st} \approx k_{st1} \cdot k_{st2}$
- Koormuse- ja temperatuurimuutuste suhtes pole stabiilsem üheastmelisest lülitusest.
- Väljundtakistuse määrab teine aste $R_v \approx r_{z2}$

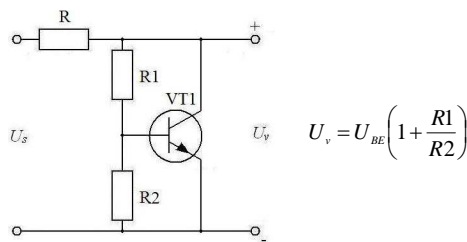


20

Ivo Müürsepp

14.10.2014

U_{BE} korrutaja



$$U_v = U_{BE} \left(1 + \frac{R1}{R2} \right)$$

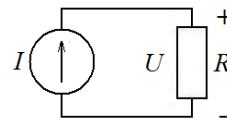
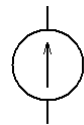
21

Ivo Müürsepp

14.10.2014

Püsivooluallikas

- Ideaalse vooluallika vool I ei sõltu tema otstele rakenduvast pingest U .
- Ideaalne vooluallikas on lõpmatult suure sisetakistusega $r = \infty$
- Ideaalne vooluallikas suudab koormusele anda lõpmatult suurt võimsust $P_{välj} = \infty$ ($R \rightarrow \infty$)



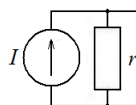
22

Ivo Müürsepp

14.10.2014

Reaalne püsivooluallikas

- Reaalse vooluallika vool I sõltub klemmipingest U , kuid võimalikult vähe.
- Reaalse vooluallika sisetakistus r on lõplik, kuid võimalikult suur.
- Reaalse vooluallika väljundvõimsus on piiratud.
- Reaalset vooluallikat saab modelleerida **Nortoni** askeemina koosnevalt ideaalsest vooluallikast ja sellega rööbiti asetsevast lõpliku väärtusega allika sisetakistusest r

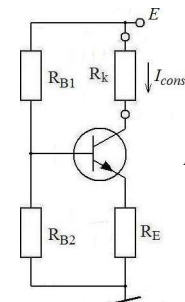


23

Ivo Müürsepp

14.10.2014

Püsivooluallika realiseerimine



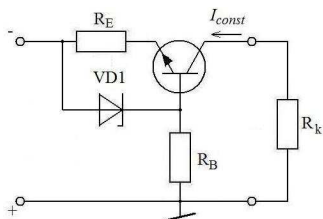
$$I_{const} \approx \frac{1}{R_E} \left(E \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} - U_{BE} \right)$$

24

Ivo Müürsepp

14.10.2014

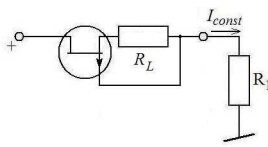
Püsivooluallika realiseerimine II



25 Ivo Müürsepp

14.10.2014

Püsivoolu diood



$$I_{const} = \frac{U_{PL}}{R_L}$$

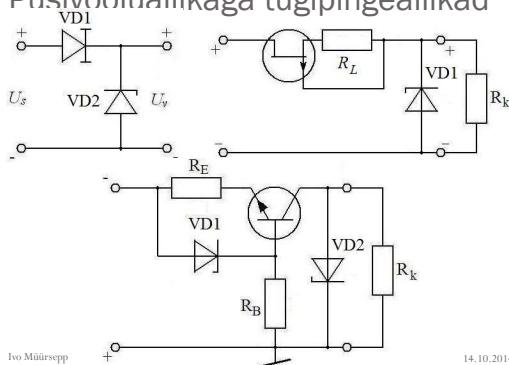


Foto: <http://sa.rsdelivers.com/product/vishay/cr330/cr330-33ma-constant-current-diode/2908186.aspx>

26

14.10.2014

Püsivooluallikaga tugipingeaallikad



27 Ivo Müürsepp

14.10.2014

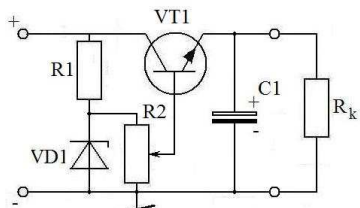
Emitterjärguriga pingestabilisaator

- Võimaldab oluliselt suurendada lihtsa, zenerdiodiga pingestabilisaatori väljundvoolu I , ja kasutegurit η ning vähendada väljundtakistust R_k .
- Zenerdiodiga tugipingeaallikale lisatakse emitterjärgur (ÜK-lülituses transistor).
- Zenerdiodi ülesandeks jääb sellisel juhul hoida stabiilsena ainult transistori baaspinget U_B .
- Kasutatakse nii jada- kui rööpstabilisaatorina

28

14.10.2014

Emitterjärguriga pingestabilisaator II



$$R_v \approx \frac{r_z + h_{11E}}{h_{21E}} \quad k_{st} = \frac{U_v}{U_s} \left(\frac{R}{r_z} + 1 \right)$$

29 Ivo Müürsepp

14.10.2014

Kokkuvõte

- Püsipingeaallikad
 - Idealne
 - Reaalne
- Pingestabilisaator
 - Liigitus
 - Parameetrid
- Püsivooluallikas
 - Püsivooludiod
- Püsivooluallikaga tugipingeaallikas
- Emitterjärguriga pingestabilisaator

30

14.10.2014

Täiendavaid materjale

- Peep Martverk. Elektriiteseadmed. TTÜ kirjastus, Tallinn 1998. 5. Ptk Stabilisaatorid. Lk 60-69.
- Lembit Abo. Raadiolülitused. Valgus, Tallinn 1990. Ptk 8.4-8.8. Lk 448 – 458.

31

Ivo Müürsepp

14.10.2014

Küsimused



32

Ivo Müürsepp

14.10.2014