Mælitækni I:

Hliðrænir fjölmælar

Kafli 3

Jón Tómas Guðmundsson

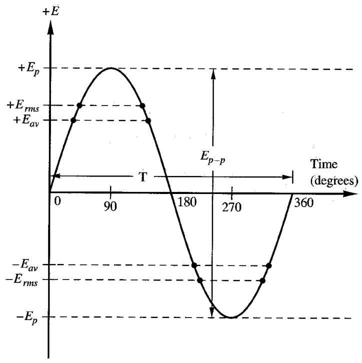
tumi@hi.is

6. september 1999

Heimildir

- Joseph J. Carr, *Elements of Electronic Instrumentation and Measurement*, Prentice Hall, 1996, kaflar 3.14 – 3.22
- Paul Horowitz and Winfield Hill, *The Art of Electronics*, Cambridge University Press, 1989, kaflar 1.25 – 1.28

Sinusbylgja



Hvaða gildi er verið að mæla ?

- Útslag E_p
- Útslag í útslag (e. peak to peak) E_{pp}

$$E_{pp} = |+E_p| + |-E_p|$$

- Virkt gildi E_{rms}
- Meðaltal E_{av}

Sinusbylgja

Fyrir hreinan sínus er

$$E_{rms} = \frac{E_p}{\sqrt{2}}$$

Meðalspenna yfir heila sínussveiflu er

$$E_{av} = 0$$

og hálfa sínussveiflu

$$E_{av} = \frac{2E_p}{\pi}$$

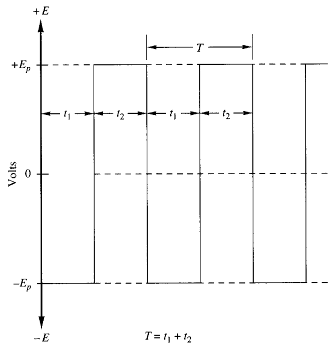
Formþáttur

$$\Lambda = \frac{V_{rms}}{V_{av}(\frac{1}{2}\text{bylgja})}$$

svo

$$\Lambda_{sinus} = \frac{V_{rms}}{V_{av}(\frac{1}{2}\text{bylgja})} = \frac{\frac{E_p}{\sqrt{2}}}{\frac{2E_p}{\pi}} = 1.11$$

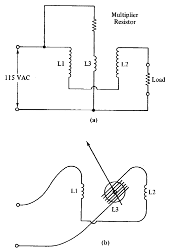
Kassabylgja



Fyrir hálfa sveiflu er meðaltalið

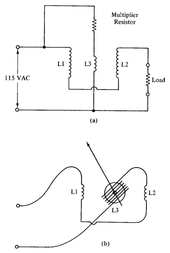
$$E_{av} = \frac{E_p}{2}$$

Electrodynamiskur mælir



- Electrodynamiskur mælir var innleiddur af Siemens bræðrunum í Þýskalandi efir að Weber kynnti svipaða hugmynd árið 1843.
- Spólur L1 og L2 eru kyrrar en spóla L3 hreyfist og á hana er festur vísir
- Spólur L1 og L2 eru vafðar þannig að þær styrkja hvor aðra og víxverka við L3 þannig að snúningskrafur verkar
- Snúningur L3 ræðst af styrk straumsins sem fer um þessar þrjár raðtengdu spólur

Electrodynamiskur mælir



- Elektrodynamiskur mælir sýnir kvaðrat straumsins sem um spólurnar fer

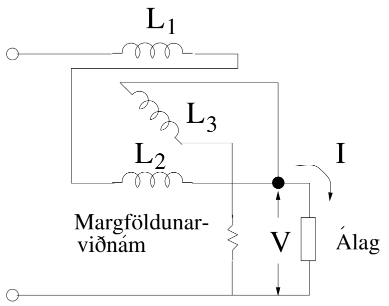
  $$\alpha \propto I^2$$

  og skalinn er því ólínulegur
- Þegar electrodynamiskur mælir er notaður sem AC mælir sest vísirinn í stöðu sem er í réttu hlutfalli við meðalgildi I^2, sem er virkt gildi straumsins
- Electrodynamiskur mælir er því annað hvort DC eða rms AC mælir

Electrodynamiskur mælir

- Flestir electrodynamiskir mælar sem eru notaðir til straummælinga eru kvarðaðir til að gefa virkt gildi sinusstraums
- Þar eð þverviðnám spólanna hækkar mjög ört með hækkandi tíðni eru electrodynamiskir mælar aðeins nothæfir við tiltölulega lága tíðni
- Flestir electrodynamiskir mælar hafa fullt svið 100 mA og jafnvel 10 A
- Við 100 mA hefur electrodynamiskur mælir mun minni næmni heldur en snúðspólumælir. Næmnin er þá 1/100 mA = 10 Ω/V. Ef mæld eru 100 V er heildarviðnámið þá 1 kΩ. Hann er því ónothæfur sem spennumælir í rás.

Electrodynamiskur mælir - Aflmælir

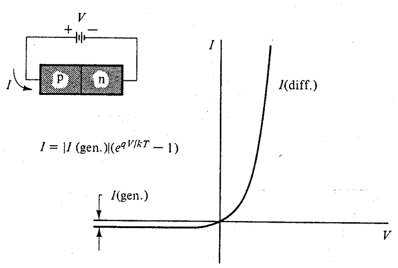


- Eitt megin notkunarsvið electrodynamiskra mæla er sem aflmælar
- Kyrru spólurnar eru þá raðtengdar við álag og hannaðar til að bera mikinn straum
- Snúningsspólan er gerð úr fínni vír og tengd yfir álagið og er straumurinn um hana mælikvarði á spennuna yfir álagið

Afriðun

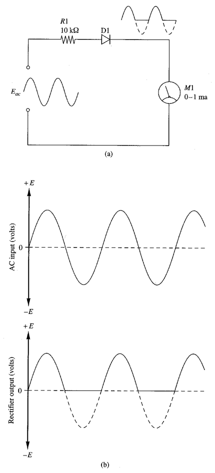
- Snúðspólumælir er skautaður, þ.e. skautin eru merkt + og - og verða að vera rétt tengd
- Í flestum AC mælum er merkið afriðað fyrir mælingu
- Afriðun er það kallað þegar tvístefnu AC bylgjuformi er breytt í einstefnu bylgjuform sem lesa má með DC mæli
- Hér er mæliverkið DC mælir en afriðunarrás er sett á milli mælis og AC bylgjunnar
- Afriðun er gerð með því að raðtengja eina eða fleiri díóður í straumrásina. Díóða hleypir straum aðeins í aðra áttina
- Spennufall er yfir díóðu, 0.7 V yfir kísildíóðu og 0.3 V yfir germandíóðu

Díóður



- Straumur rennur auðveldlega frá p til n þegar á p er lögð jákvæð spenna með tilliti til n, **framspennt**
- Nær engin straumur rennur þegar p er neikvætt með tilliti til n, **bakspennt**
- Àlögð spenna fellur að mestu yfir berasnauða bilið

Hálfbylgjuafriðun



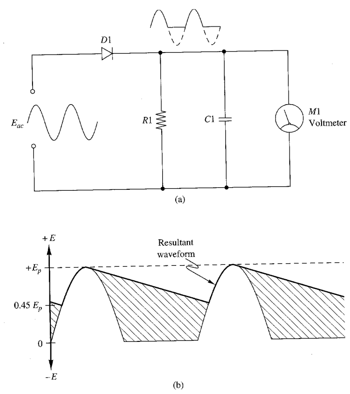
Fyrir hálfbylgju afriðað merki er meðalspennan

$$E_{av} = 0.318E_p$$

sem er helmingur af $E_{av} = 2E_p/\pi = 0.637E_p$ fyrir hreinan sinus.

Hálfbylgjuafriðun

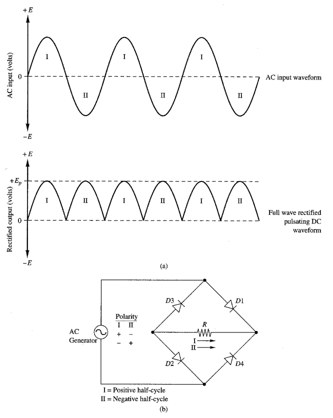
Hálfbylgju afriðað merki er langt frá því að vera DC merki, en nota má gárusíu (e. ripple filter) til að komast nær DC merki.



Þéttirinn hleðst upp á meðan spennan fer hækkandi en gefur frá sér hleðslu þegar spennan lækkar

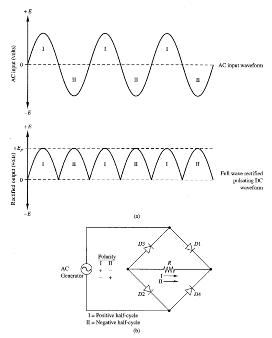
Heilbylgjuafriðun

Betra er að nota heilbylgju afriðun til að komast nær DC forminu



- Í fasa I er spenan jákvæð og díóður D1 og D2 eru framspenntar og D3 og D4 bakspenntar. Straumur frá neikvæðu skauti í jákvætt fer þá um D2, álagsviðnámið R og D1

Heilbylgjuafriðun

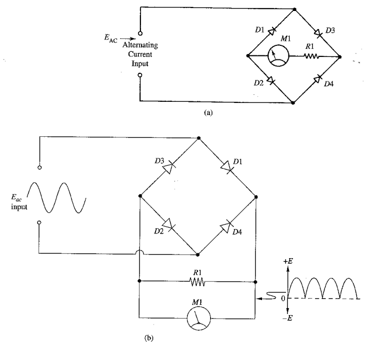


- Þegar straumstefnan snýst eru D3 og D4 framspenntar. Nú fer straumur um D3, álagsviðnámið R og D4
- Fyrir hreina heilbylgjuafriðaða sínusbylgju er

$$E_{av} = 0.637 E_p = 0.9 E_{\rm rms}$$

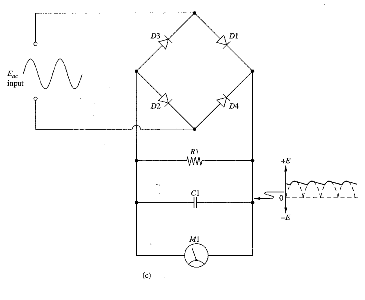
$\Longrightarrow$ Dæmi 3.1.

Heilbylgjuafriðun



- Þegar afriðað bylgjuform er mælt með DC mæli (d'Arsonval eða teygjubands) þá ræðst hvað hann sýnir af afriðunarrásinni. Það er hvort útslag sé í réttu hlutfalli við virkt gildi eða útslag o. s. frv.
- Afriðuðu merkin eru DC aðeins í þeirri merkingu að þau breyta ekki straumstefnu sinni

Heilbylgjuafriðun



- Stærðin á þéttinum er valin þannig að

$$R_{\rm load} C \gg 1/f$$

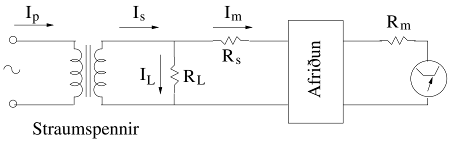
Ef álagsstraumurinn er fastur þá er stærð gárunnar

$$\Delta V = \frac{I}{C} \Delta t$$

og

$$\Delta V = \frac{I_{\rm load}}{2fC}$$

Àhrif álags á straummælingu



- Þegar merkið er afriðað inn á snúðspólumæli verður óhjákvæmilega spennufall yfir díóðurnar í rásinni
- Til að lækka viðnám milli póla straummælis má nota straumspenni
- Spennirinn hækkar þá innspennuna inn á afriðunarrásina ($N_s \gg N_p$)
- Álagsviðnám er tengt yfir bakvaf spennis til að taka hluta straumsins og með því að skipta um viðnám er skipt á milli sviða í straummælingunni

Àhrif bylgjuforms á aflestur

- Flestir AC mælar sýna virkt gildi þess straums eða spennu sem verið er að mæla
- Mæliverkin bregðast hins vegar annað hvort við hámarksútslagi eða meðalgildi, það ræðst af afriðlinum, þ.a. leiðréttingaþáttur er notaður til að skalinn sýni virkt gildi
- Þessi leiðréttingaþáttur gildir aðeins fyrir sinus bylgjur. Ef mæliverkið svarar meðalgildi þá er formþátturinn (leiðréttingarþátturinn) $\Lambda = 2.22$ fyrir hálfbylgjuafriðun og 1.11 fyrir heilbylgjuafriðun. Skalinn les ΛE_{av}. Þessi gildi á Λ eru aðeins gild fyrir sínusbylgjur.
- Mæliverk sem svara virka gildinu beint hafa ekki ofangreinda galla og sýna rétt virkt gildi fyrir öll bylgjuform