

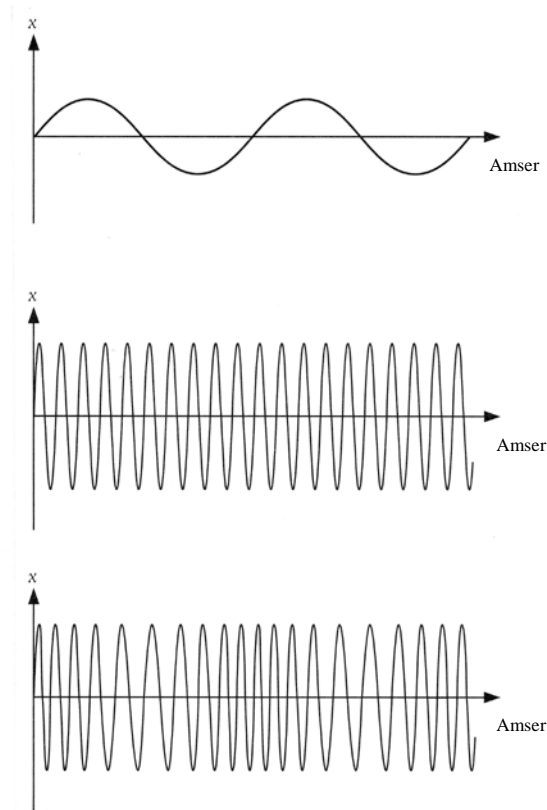
Amcanion Dysgu:

Ar ddiwedd y testun hwn, byddwch yn gallu:

- ☑ braslunio, adnabod a dadansoddi'r tonffurfiau sy'n cael eu cynhyrchu ar gyfer ton gario sinwsoidaidd, sy'n cael ei modylu'n amleddol gan signal awdio amledd sengl;
- ☑ galw i gof fod ton gario wedi'i modylu'n amleddol yn cynhyrchu nifer diddiwedd o fandiau ochr;
- ☑ galw i gof mai'r gwyriad (*deviation*) amledd Δf_c yw'r newid mwyaf yn amledd y don gario o'i gwerth sylfaenol f_c ;
- ☑ galw i gof mai'r indecs modyliad β sy'n cyfateb i ddyfnder modyliad mewn modyliad amledd;
- ☑ defnyddio'r fformiwla $\beta = \frac{\Delta f_c}{f_i}$, lle f_i yw amledd mwyaf y signal modyliad;
- ☑ deall bod bron holl bŵer signal modyliad amledd sy'n cael ei drawsyrro wedi'i gynnwys o fewn lled band o $2(1 + \beta)f_i$, lle f_i yw amledd mwyaf y signal modylu;
- ☑ adnabod y diagram sbectrwm amledd ar gyfer ton gario sinwsoidaidd, sy'n cael ei modylu'n amleddol gan signal awdio amledd sengl ar gyfer $\beta < 1$, $\beta = 1$ a $\beta = 3$.

Modyliad Amledd

Gyda Modyliad Amledd (**FM**), mae gwerth enydaidd (*instantaneous*) y signal gwybodaeth yn rheoli amledd y don gario. Mae'r diagramau canlynol yn dangos hyn:



Sylwch: wrth i'r signal gwybodaeth gynyddu, mae amledd y don gario yn cynyddu. Wrth i'r signal gwybodaeth leihau, mae amledd y don gario yn lleihau.

Mae amledd f_i y signal gwybodaeth yn rheoli'r gyfradd y mae'r don gario yn cynyddu a lleihau. Fel gydag AM, mae'n rhaid i f_i fod yn llai na f_c . Mae osgled y don gario yn aros yn gyson drwy'r broses yma.

Pan fydd y foltedd gwybodaeth yn cyrraedd ei werth mwyaf, yna bydd y newid yn amledd y don gario hefyd wedi cyrraedd ei wyriad mwyaf uwchben y gwerth enwol (*nominal*). Yn yr un modd, pan fydd y wybodaeth yn cyrraedd isafbwynt, bydd y don gario ar ei hamledd isaf o dan werth amledd y don gario enwol. Pan fydd y signal gwybodaeth yn sero, ni fydd unrhyw wyriad o'r don gario yn digwydd.

Testun 4.3.3 - Modyliad Amledd (FM)

Mae'r newid mwyaf sy'n gallu digwydd i'r don gario o'i gwerth sylfaenol f_c yn cael ei alw'n **wyriad amledd**, a rhown y symbol Δf_c iddo. Mae hyn yn gosod *amrediad dynamig* (h.y. amrediad foltedd) y trawsyriad.

Yr *amrediad dynamig* yw cymhareb y signalau gwybodaeth analog mwyaf a lleiaf sy'n bosibl eu trawsyrru.

Enghraifft ag ateb:

Mae ton gario sinwsoidaidd 400kHz ag osgled 5V yn cael ei modylu'n amleddol gan signal gwybodaeth sinwsoidaidd 3kHz ag osgled 3V. Mae ymddygiad y don gario yn cael ei reoli gan y gwyrriad amledd ym mhob folt, sef 25kHz y folt i'r system yma. Disgrifiwch sut mae'r signal wedi'i fodylu'n amleddol (FM) sy'n ffurfio yn newid gydag amser.

Ateb:

Bydd y don gario wedi'i modylu'n amleddol (FM) yn newid mewn amledd o 400 kHz i 475 kHz i 400 kHz i 325 kHz ac yn ôl i 400 kHz, 3000 gwaith yr eiliad. Mae hyn oherwydd bod y gwyrriad amledd $\Delta f_c = 3 \times 25 \text{ kHz} = 75 \text{ kHz}$. Bydd osgled y don gario yn parhau'n sefydlog ar 5V.

Pe bai'r un system yn cael ei defnyddio ac osgled y signal gwybodaeth yn cael ei leihau i 1V, sut fyddai hyn yn effeithio ar y signal wedi'i fodylu'n amleddol (FM) sy'n cael ei ffurfio? Disgrifiwch y newidiadau yn y lle gwag isod, gan gynnwys unrhyw waith cyfrifo perthnasol.

.....

.....

.....

.....

Indecs Modyliad

Mae pob trawsyriad sydd wedi'u modylu'n amleddol (FM) yn cael eu rheoli gan indecs modyliad, β , sy'n rheoli amrediad dynamig y wybodaeth sy'n cael ei chludo yn y trawsyriad. Yr indecs modyliad, Δf_c , yw cymhareb y gwyrriad amledd, Δf_c , i'r amledd gwybodaeth mwyaf, f_i , fel y gwelwch isod:

$$\beta = \frac{\Delta f_c}{f_i}$$

I'r rhai brwdfrydig!

Mae'r union ffordd y caiff y don gario wedi'i modylu'n amleddol ei chynhyrchu yn eithaf cymhleth ac mae angen defnyddio mathemateg uwch. Mae crynodeb o'r ateb fan hyn i'r rhai sy'n frwdfrydig i wybod mwy. Y fformiwla fathemategol gyffredinol i don sinwsoidaidd yw:

$$V = V_{mwyaf} \sin 2\pi ft$$

Lle mae V = gwerth foltedd enydaidd, V_{mwyaf} = osgled mwyaf y don, f = amledd y don a t = amser.

Ar gyfer ton gario gydag amledd f_c ac osgled A_c , gallwn ddarganfod gwerth enydaidd V_c drwy ddefnyddio'r fformiwla ganlynol:

$$V_c = A_c \sin 2\pi f_c t$$

Y signal gwybodaeth mwyaf syml sy'n bosibl ei roi fydd ton sin bur arall. O dybio bod gan hwn amledd f_i ac osgled A_i , gallwn ddarganfod y gwerth enydaidd V_i trwy ddefnyddio'r hafaliad canlynol:

$$V_i = A_i \sin 2\pi f_i t$$

Pan fydd y don gario wedi'i modylu'n amleddol, bydd y don sy'n cael ei ffurfio'n cael ei rheoli gan yr hafaliad:

$$V_{FM} = A_c \sin(2\pi f_c t + \beta \sin 2\pi f_i t)$$

Wrth wybod mai β yw'r indecs modyliad, fe gaiff ei diffinio gan yr hafaliad: $\beta = \frac{\Delta f_c}{f_i}$

Testun 4.3.3 - Modyliad Amledd (FM)

Ar gyfer signal gwybodaeth sinwsoidaidd syml sydd ag amledd sefydlog, mae'r diagramau gyferbyn yn dangos enghreifftiau o sut mae'r indecs modyliad yn effeithio ar yr allbwn FM. Mae gan y signal cario amledd sy'n ddeng gwaith amledd y signal gwybodaeth.

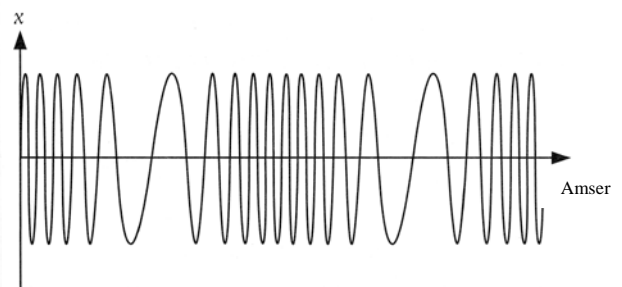
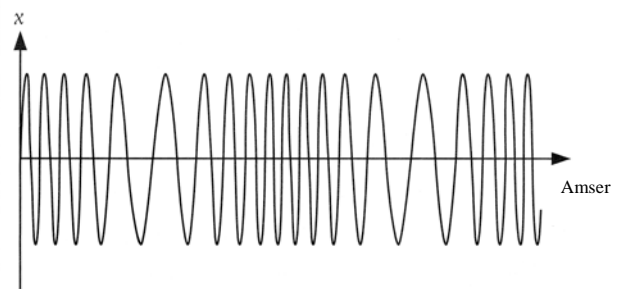
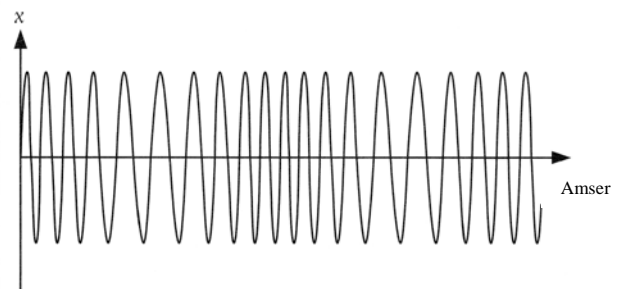
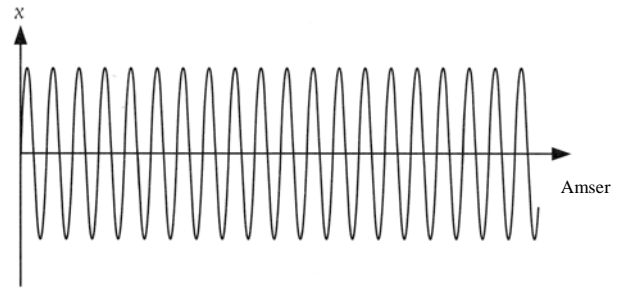
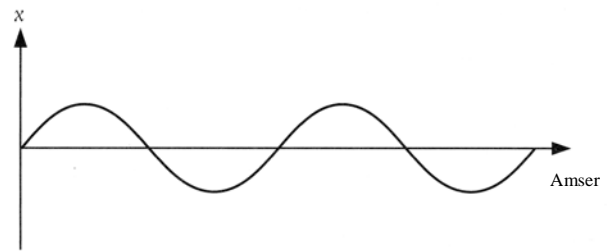
Mae'r graff cyntaf yn dangos y signal gwybodaeth. Mae'r ail yn dangos y don gario heb ei modylu.

Mae'r graff yma'n dangos y don gario wedi'i modylu'n amleddol pan fydd yr indecs modyliad = 3.

Mae'r graff yma'n dangos y don gario wedi'i modylu'n amleddol pan fydd yr indecs modyliad = 5.

Mae'r graff yma'n dangos y don gario wedi'i modylu'n amleddol pan fydd yr indecs modyliad = 7.

Wrth i'r indecs modyliad gynyddu, dylech sylwi bod pob brig amledd uchel yn dod yn fwy agos at ei gilydd, a brig amledd isel yn mynd ymhellach oddi wrth ei gilydd. Ar gyfer yr un signal gwybodaeth felly, mae gan y signal cario amledd mwyaf uwch.



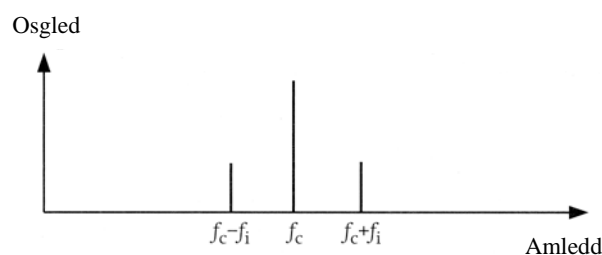
Sbectra Modyliad Amledd

Pan fydd osgled cydrannau amledd y tonffurf modyliad amledd syml yma'n cael eu plotio fel ffwythiant amledd, mae'r sbectrwm sy'n ffurfio yn llawer mwy cymhleth na sbectrwm y tonffurf modyliad osgledol (AM) syml (h.y. un don gario a dau fand ochr) a gafodd eu trafod yn yr uned flaenorol. Mae hyn oherwydd bod sawl amledd yn bresennol yn y signal modyliad amledd, hyd yn oed wrth drosglwyddo signal gwybodaeth sinwsoidaidd syml.

Mae dadansoddiad manwl o donffurf modyliad amledd yn gymhleth iawn ac ymhell y tu hwnt i'r cwrs rhagarweiniol hwn. Er hyn, gallwn symleiddio pethau ychydig i chi gael blas o'r gwahaniaethau allweddol.

Mewn theori, mae gan sbectrwm modyliad amledd nifer diddiwedd o fandiau ochr, wedi'u lleoli ar luosrifau o f_i yn uwch ac yn is nag amledd y don gario f_c . Er hyn, mae maint ac arwyddocâd y bandiau ochr hyn yn ddibynnol iawn ar yr indecs modyliad, β . (Fel arfer, gallwn anwybyddu unrhyw fandiau ochr yn is nag 1% o'r don gario.)

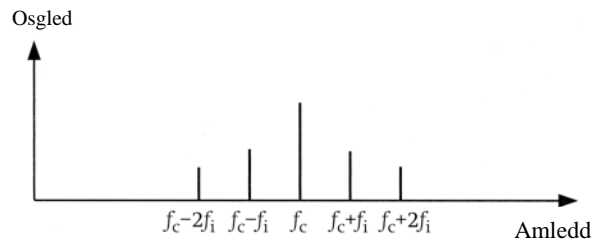
Os yw $\beta < 1$, yna mae'r sbectrwm yn edrych fel hyn:



O'r sbectrwm uchod, gallwn weld mai dau fand ochr arwyddocaol yn unig sydd yno, ac felly mae'r sbectrwm yn edrych yn debyg iawn i sbectrwm ton gario modyliad osgled.

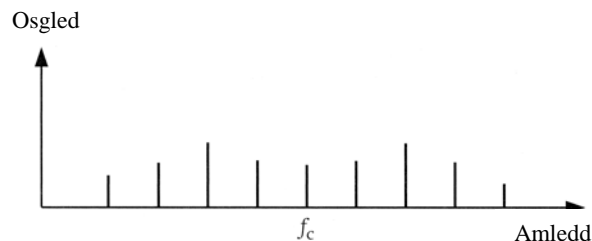
Testun 4.3.3 - Modyliad Amledd (FM)

Os yw $\beta = 1$, yna mae'r sbectrwm yn edrych fel hyn:



O'r sbectrwm uchod, gallwn weld bod nifer y bandiau ochr arwyddocaol wedi cynyddu i bedwar.

Os yw $\beta = 3$, yna mae'r sbectrwm yn edrych fel hyn:



O'r sbectrwm uchod, gallwn weld bod nifer y bandiau ochr arwyddocaol wedi cynyddu i wyth.

Gallwn ddiddwytho bod $2(\beta + 1)$ yn rhoi nifer y bandiau ochr arwyddocaol wrth drawsyrnu modyliad amledd.

Erbyn hyn, dylai'r arwyddocâd i'r lled band signal modyliad amledd ddod yn glir. Y lled band ymarferol sy'n mynd i gael ei roi gan nifer y bandiau ochr arwyddocaol wedi'i luosi â lled pob band ochr (h.y. f_i).

$$\begin{aligned}
 Lledband_{FM} &= 2(\beta + 1)f_i \\
 &= 2\left(\frac{\Delta f_c}{f_i} + 1\right)f_i \\
 &= 2(\Delta f_c + f_i)
 \end{aligned}$$

Felly, mae lledband tonffurf modyliad amledd ddwywaith swm y gwyrriad amledd a'r amledd mwyaf yn y wybodaeth.

Pwyntiau Ychwanegol i'w cofio.

- Mae trawsyriad modyliad amledd yn don pŵer cyson, beth bynnag yw'r signal gwybodaeth neu'r indecs modyliad, β , oherwydd caiff ei weithredu ar osgled cyson gyda newidiadau cymesur mewn amledd.
- Wrth i β gynyddu, mae osgled cymharol y gydran gario yn lleihau a gall ddod yn llawer llai nag osgledau'r bandiau ochr unigol. Effaith hyn yw bod cyfran (*proportion*) llawer mwy o'r pŵer sy'n cael ei drawsyrnu, yn y bandiau ochr (yn hytrach nag yn y don gario), sy'n fwy effeithlon na modyliad osgled.

Pennu Lled band ar gyfer Radio Modyliad Amledd

Mae radio modyliad amledd (FM) yn defnyddio indecs modyliad, $\beta > 1$. Yr enw ar hwn yw **Modyliad Amledd band canolig**. Fel mae'r enw'n ei awgrymu, mae'r lled band yn llawer mwy na modyliad osgled (AM).

Mewn darllediadau radio cenedlaethol sy'n defnyddio modyliad amledd (FM), gwyriad amledd y don gario Δf_c sy'n cael ei ddewis yw 75 kHz. Mae'r band sylfaenol gwybodaeth yn yr amrediad cywair-bur 20 Hz i 15 kHz.

Felly, yr indecs modyliad, β yw 5 (h.y. 75 kHz + 15 kHz), ac mae darllediad o'r fath angen lled band signal modyliad amledd sy'n cael ei roi gan:

$$\begin{aligned} Lledband_{FM \text{ Radio}} &= 2(\Delta f_c + f_{i(mwyaf)}) \\ &= 2(75 + 15) \\ &= 180kHz \end{aligned}$$

I'r rhai brwdfrydig!

Engreifftiau Pellach o Wybodaeth a gaiff ei thrawsyrru gan ddefnyddio Modyliad Amledd (F.M).

Ffôn Symudol:

Mae rhai cwmnïau ffôn symudol yn defnyddio modyliad amledd (FM) gydag indecs modyliad isel iawn, h.y. $\beta < 1$. Caiff hwn ei alw'n **fodyliad amledd band cul**. Mae cwmnïau ffôn symudol yn defnyddio hwn oherwydd mae'n cynnig llawer o fanteision modyliad amledd, gyda'r lled band lleiaf.

Sain Teledu:

Mewn darllediadau teledu daearol, mae'r wybodaeth fideo yn cael ei thrawsyrru gan ddefnyddio modyliad osgled (AM) fel y gwelsom yn yr adran flaenorol. Pwrpas hyn yw gwneud y defnydd mwyaf effeithiol posibl o'r lled band sydd ar gael. Er hyn, mae'r wybodaeth sain yn cael ei thrawsyrru gan ddefnyddio modyliad amledd (FM), er mwyn lleihau ymyriant posibl rhwng y signalau fideo a sain. Yn yr achos yma, caiff 50kHz ei ddewis, fel gwyriad mwyaf y don gario, Δf_c . Mae'r band sylfaenol gwybodaeth eto yn yr amrediad cywair-bur 20Hz i 15kHz. Felly, y lled band sydd ei angen ar gyfer Sain Teledu yw:

$$\begin{aligned} Lledband_{SainTeledu} &= 2(\Delta f_c + f_{i(mwyaf)}) \\ &= 2(50 + 15) \\ &= 130kHz \end{aligned}$$

Teledu Lloeren:

Mae rhai trawsyriannau teledu lloeren yn darlledu signal fideo analog gan ddefnyddio modyliad amledd (FM). Mae hyn yn helpu i gael signal derbyniol yn yr orsaf dderbyn er bod y trosglwyddydd tua 36,000 km i ffwrdd yn y gofod! Yn yr achos yma, caiff tua 10MHz ei ddewis fel gwyriad mwyaf y don gario, Δf_c , gyda band sylfaenol fideo o tua 5MHz. Felly, y lled band sydd ei angen ar gyfer Teledu Lloeren yw:

$$\begin{aligned} Lledband_{TeleduLloeren} &= 2(\Delta f_c + f_{i(mwyaf)}) \\ &= 2(10 + 5) \\ &= 30MHz \end{aligned}$$

Nodwch : Mae nifer cynyddol o gwmnïau darlledu lloeren yn newid o fformat analog i fformat digidol, h.y. o Fodyliad Amledd i Fodyliad Cod Curiad (Testun 4.3.5)

Ymarfer i Fyfyrwyr 1:

1. Mae ton gario 10 MHz yn cael ei modylu'n amleddol gan dôn signal bur ag amledd 8 kHz. 32 kHz yw'r gwyriad amledd. Cyfrifwch led band y tonffurf modyliad amledd sy'n cael ei ffurfio.

.....

.....

.....

.....

2. Awgrymwch pam na fyddai'n gall i drosglwyddydd radio ton-hir sy'n gweithredu yn yr amrediad 140 kHz i 280 kHz ddefnyddio Modyliad Amledd (FM).

.....

.....

.....

3. Mae signal awdio, sydd â band sylfaenol o 200 Hz i 4 kHz, yn modylu'n amleddol ton gario ag amledd 50 MHz. 10 kHz V^{-1} yw'r gwyriad amledd y (*per*) folt, a 3V yw'r foltedd awdio mwyaf y gall ei drawsyrnu. Cyfrifwch wyriad amledd a lled band y signal Modyliad Amledd (FM).

.....

.....

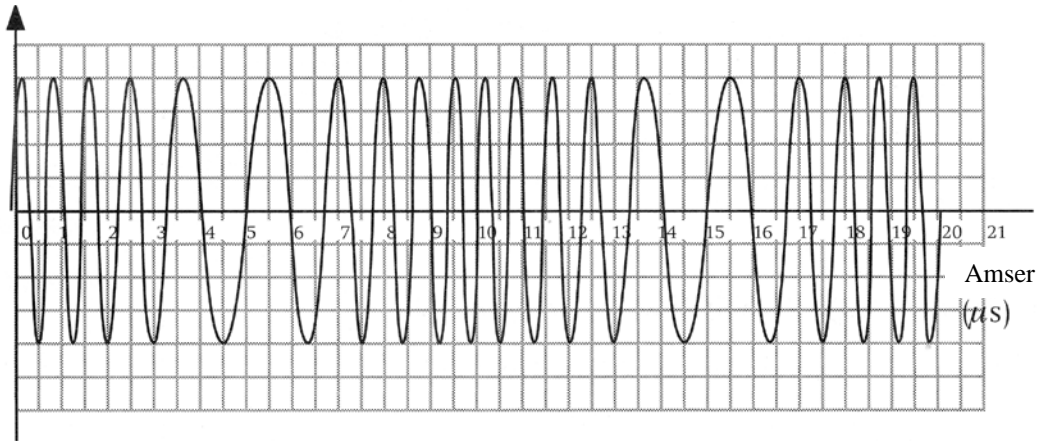
.....

.....

Testun 4.3.3 - Modyliad Amledd (FM)

4. Mae'r diagram isod yn dangos ton gario wedi'i modylu'n amleddol gan dôn (*tone*) bur (ton sinwsoidaidd). Cyfrifwch amledd y don gario ac amledd y dôn bur.

Foltedd (V)



.....

.....

.....

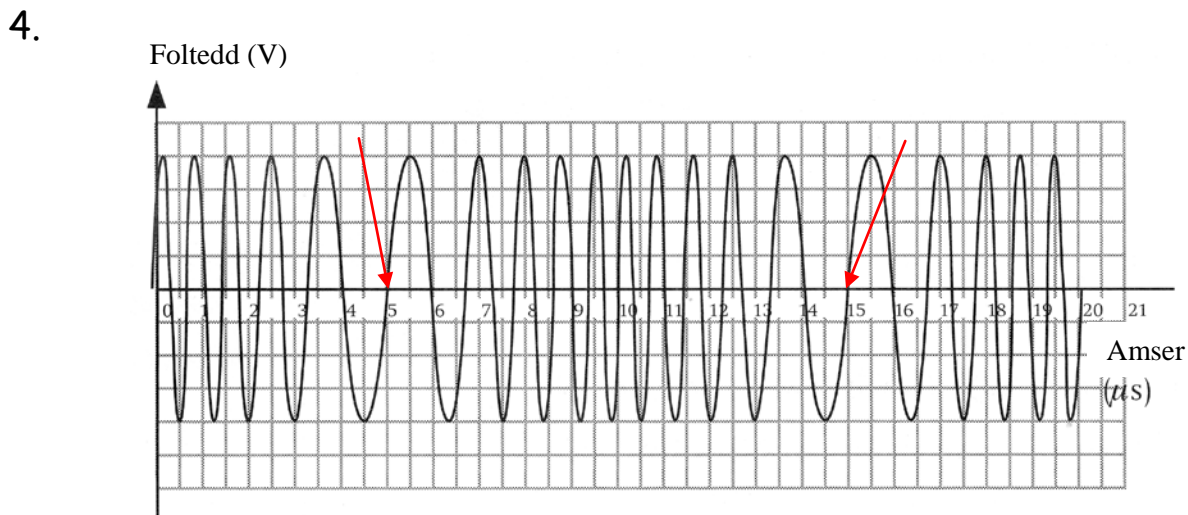
.....

Atebion Ymarfer i Fyfirwyr 1:

- $$\begin{aligned} \text{Lledband} &= 2(\Delta f_c + f_{i(\text{mwyaf})}) \\ &= 2(32 + 8) \\ &= 80\text{kHz} \end{aligned}$$
- 280 - 140 = 140 kHz o led yn unig yw'r band radio ton-hir. Y lled band arferol i ddarlledu trawsyriad modyliad amledd yw 180kHz. Felly nid yw'r band ton-hir yn ddigon mawr i wasanaethu gorsaf radio Modyliad Amledd (FM).

- $$\begin{aligned} \Delta f_c &= 3V \times 10\text{kHzV}^{-1} \\ &= 30\text{kHz} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Lledband} &= 2(\Delta f_c + f_{i(\text{mwyaf})}) \\ &= 2(30 + 4) \\ &= 68\text{kHz} \end{aligned}$$



Amledd y don gario: Dewiswch un gylchred o amledd y signal, (y dull mwyaf rhwydd o wneud hyn yw edrych am y tonnau mwyaf llydan sy'n ailadrodd fel mae'r saethau coch ar y diagram uchod yn ei ddangos), yna cyfrif sawl cylchred sy'n digwydd ar yr adeg hon. I gael amser un gylchred, rhannwch yr amser rhwng y saethau gyda nifer y cylchredau cyflawn.

Testun 4.3.3 - Modyliad Amledd (FM)

Sawl cylchred = 10

Amser = 15-5=10 μ sFelly, amser un gylchred = $\frac{10\mu s}{10} = 1\mu s$ Felly $f_c = \frac{1}{T} = \frac{1}{1 \times 10^{-6}} = 1MHz$

Amledd y signal: Mae un gylchred yn digwydd rhwng y ddwy saeth goch, sy'n gywerth ag amser o 10 μ s.

Felly $f_c = \frac{1}{T} = \frac{1}{10 \times 10^{-6}} = 100kHz$

Nawr, dyma rai cwestiynau math arholiad i chi.

Cwestiynau Math Arholiad.

1. Mae ton gario 24 MHz yn cael ei modylu'n amleddol gan dôn signal bur o amledd 12 kHz. 56 kHz yw'r gwriad amledd. Cyfrifwch led band y tonffurf modyliad amledd sy'n cael ei ffurfio.

.....

.....

.....

.....

[2]

2. Awgrymwch pam na fyddai'n gall iawn i drosglwyddydd radio ton-ganolig sy'n gweithredu yn yr amrediad 600 kHz i 1600 kHz, ddefnyddio Modyliad Amledd (FM).

.....

.....

.....

[2]

3. Mae signal awdio, sydd â band sylfaenol o 200 Hz i 12 kHz, yn modylu'n amleddol ton gario ag amledd 50 MHz. 15 kHz V^{-1} yw gwriad amledd y (*per*) folt. 7 V yw'r foltedd awdio mwyaf y gall ei drawsyrnu. Cyfrifwch wriad amledd a lled band y signal Modyliad Amledd (FM).

.....

.....

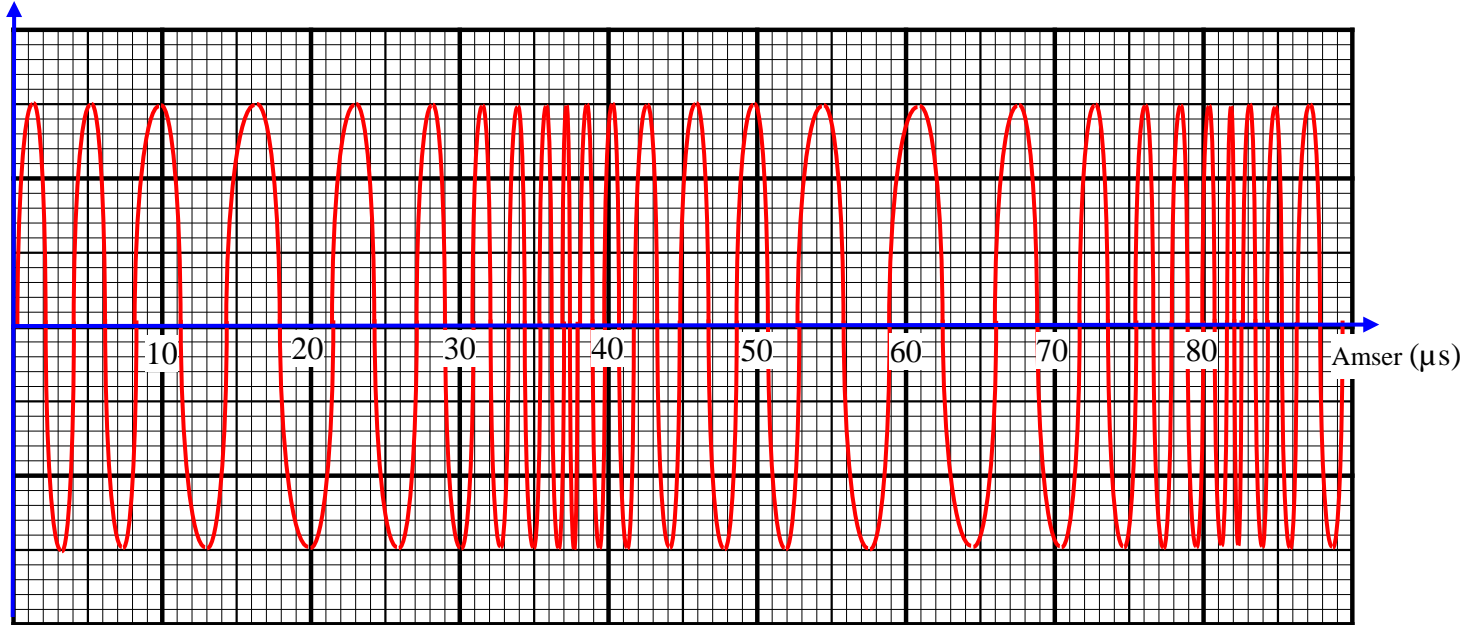
.....

.....

[3]

Testun 4.3.3 - Modyliad Amledd (*FM*)

4. Mae'r diagram isod yn dangos ton gario wedi'i modylu'n amleddol gan dôn bur (ton sinwsoidaidd). Cyfrifwch amledd y don gario ac amledd y dôn bur.



.....




.....

.....

.....

[4]

Adolygiad Hunan Arfarnu

| Amcanion Dysgu | Fy arfarniad personol o'r amcanion yma: | | |
|--|---|---|---|
| |  |  |  |
| braslunio, adnabod a dadansoddi'r tonffurfiau a gaiff eu cynhyrchu ar gyfer ton gario sinwsoidaidd sy'n cael ei modylu'n amleddol gan signal awdio amledd sengl; | | | |
| galw i gof fod ton gario wedi'i modylu'n amleddol yn cynhyrchu nifer diddiwedd o fandiau ochr; | | | |
| galw i gof mai'r gwyriad amledd Δf_c yw'r newid mwyaf yn amledd y don gario o'i gwerth sylfaenol f_c ; | | | |
| galw i gof mai'r indecs modyliad β sy'n cyfateb i ddyfnder modyliad mewn modyliad amledd; | | | |
| defnyddio'r fformiwla $\beta = \frac{\Delta f_c}{f_i}$, lle f_i yw amledd mwyaf y signal modyliad; | | | |
| deall bod bron holl bŵer signal modyliad amledd sy'n cael ei drawsyrro wedi'i gynnwys o fewn lled band o $2(1 + \beta)f_i$, lle f_i yw amledd mwyaf y signal modylu; | | | |
| adnabod y diagram sbectrwm amledd ar gyfer ton gario sinwsoidaidd, sy'n cael ei modylu'n amleddol gan signal awdio amledd sengl ar gyfer $\beta < 1$, $\beta = 1$ a $\beta = 3$. | | | |

(newid maint y symbolau/hafaliadau yn y 2 flwch uchod fel y Saesneg)

Targedau: 1.

.....

2.

.....