

Amcanion Dysgu:

Ar ddiwedd y testun hwn, byddwch yn gallu:

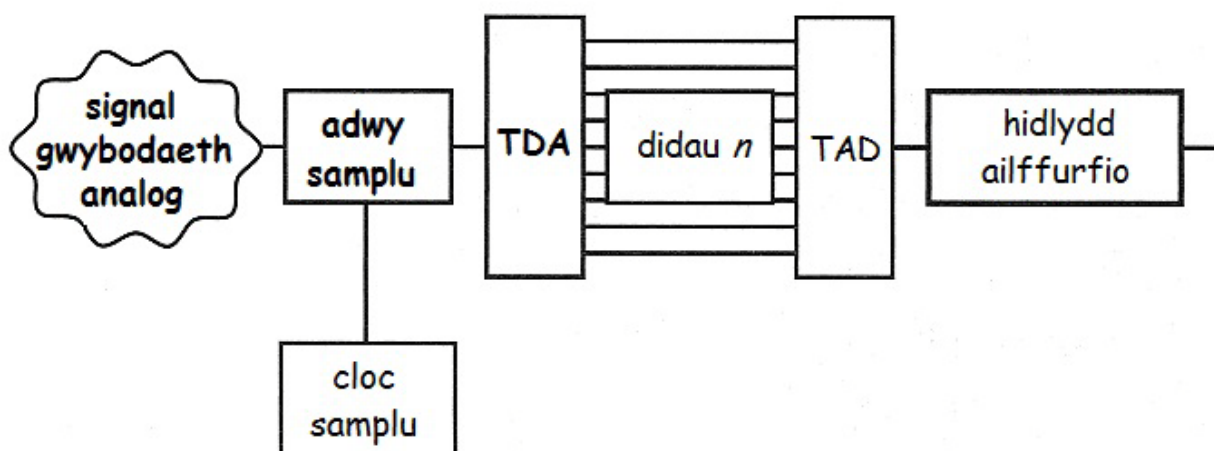
- ☑ dadansoddi a llunio graffiau i ddangos technegau modyliad osgled curiad (*PAM*) (a gafodd ei drafod yn nhestun 4.3.5, *Modyliad curiad*);
- ☑ cysylltu'r amledd samplu sydd ei angen â'r amledd uchaf yn y signal;
- ☑ llunio diagram bloc ar gyfer, a disgrifio gweithrediad, system gyfathrebu *PCM* sy'n cynnwys:
 - trawsyrrydd
 - hidlydd pas-isel
 - adwy samplu
 - cloc samplu
 - TAD (*ADC*)
 - cofrestr syfliad *PISO*
 - cloc *PISO*
 - derbynnydd
 - triger Schmitt
 - cofrestr syfliad *SIPO*
 - cloc *SIPO*
 - TDA (*DAC*)
 - hidlydd pas-isel
- ☑ cysylltu cydraniad â nifer y lefelau samplu, a dewis a defnyddio'r fformiwla:
$$\text{cydraniad} = \frac{\text{amrediad foltedd mewnbwn}}{2^n}.$$
- ☑ disgrifio sut mae'n bosibl defnyddio amblecsu rhaniad amser (*TDM*) i wella cyswllt cyfathrebu *PCM*.

Modyliad Cod Curiad

Mae'r testun hwn yn cyfuno llawer o'r syniadau sydd wedi eu trafod drwy'r testun hwn. Felly, ni fyddwn yn cynnwys disgrifiadau mor fanwl o gylchedau fel hidlydd pas-isel. Er hynny, dylech fod yn ymwybodol o'r wybodaeth sy'n berthnasol i'r blociau gweithredol hyn o'n gwaith ar destunau blaenorol.

Yn y testun hwn, byddwn yn trafod dull o drawsyrro lleferydd neu gerddoriaeth ar ffurf ddigidol drwy gyfrwng trawsyrro yna'i drawsnewid yn ôl i ffurf analog fel bod modd ei glywed. Fe ddechreuwn â gorolwg (*overview*) cyffredinol o'r system gyfan.

Er mwyn trawsyrro signal analog fel lleferydd neu gerddoriaeth yn ddigidol, mae'n rhaid i'r signal analog gael ei **samplu'n** rheolaidd. Mae'r ffrwd o samplau wedyn yn cael ei drawsnewid yn ffurf ddigidol, h.y. ei ddigido, gan Drawsnewidydd Analog-Digidol (*TAD*) fel y cafodd ei drafod yn nhestun 4.5.1. Yr enw ar y broses hon yw **modyliad cod curiad**. (Cafodd technegau modyliad curiad eu trafod yn nhestun 4.3.5.) Wrth dderbyn y signal digidol, mae trawsnewidiad digidol-analog yn digwydd. Yn nhestun 4.5.1, cawsom esboniad fod TAD yn gylched integredig (IC) sydd ag un pin mewnbwn, ac sy'n derbyn foltedd analog o unrhyw werth, a phinnau allbwn n , sy'n cynhyrchu rhif deuaidd n -did cyfatebol. Mae'r diagram isod yn dangos sut mae'n bosibl defnyddio'r gylched integredig hon i drawsyrro signal analog ar ffurf ddigidol.

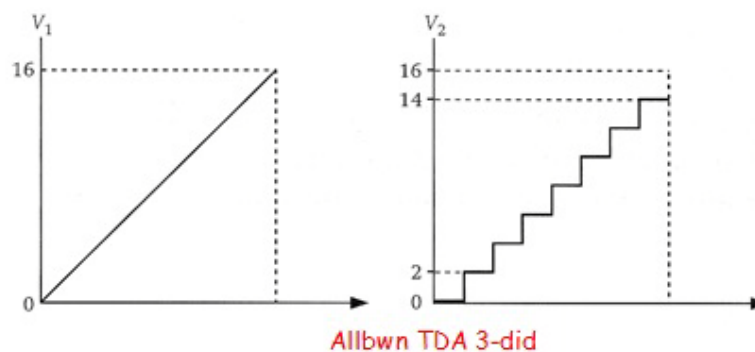
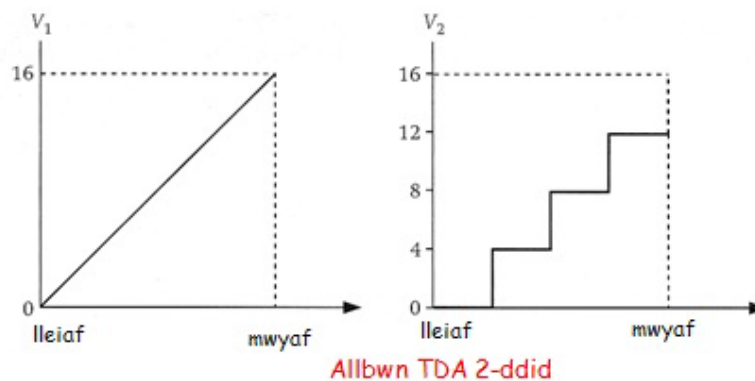


Mae'r gylched adwy samplu yn samplu dro ar ôl tro ac yn storio am gyfnod byr. Yr hyn mae'n storio am gyfnod byr yw gwerth y foltedd analog ar ryw adeg

Testun 4.5.4 - Modyliad Cod Curiad

mewn amser (cofiwch fod y signal analog yn amrywio'n barhaus gydag amser). Mae'r gyfradd y bydd samplau o'r fath yn cael eu cymryd yn dibynnu ar amledd y cloc samplu.

Mae'r TAD yn trawsnewid pob sampl o'r wybodaeth analog yn god o ddiadau n . Mae'r codau n -did hyn yn cael eu trawsyrru yn baralel ar hyd gwifrau n , un sampl ar ôl y llall, i drawsnewidydd digidol-analog (TDA) n -did cyfatebol. Mae hyn yn cynhyrchu foltedd analog grisiog (*stepped*) o'r codau sy'n dod i mewn.



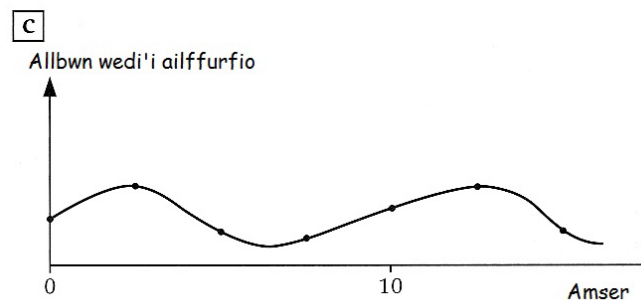
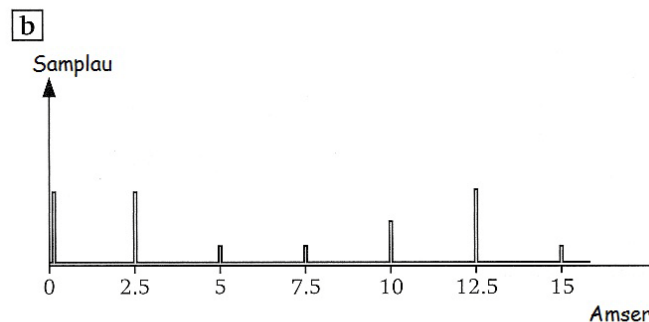
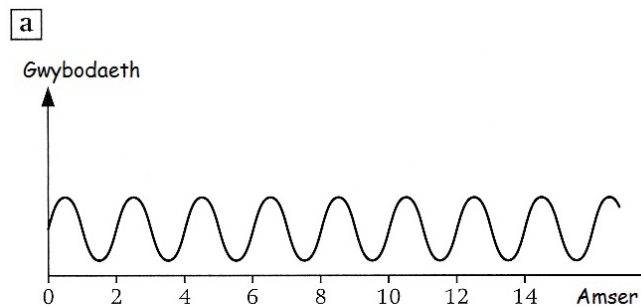
Rydym yn cyfeirio at yr allbwn yn aml fel brasamcan grisiau (*staircase approximation*) i'r signal analog gwreiddiol.

Mae'r hidlydd ailffurfio i bob pwrpas yn gylched hidlydd sy'n llyfnhau'r camau cwanteiddio o'r TDA. Mae'n gweithredu mewn modd sy'n ymddangos fel pe bai'n newid tonffurf y grisiau yn gromlin lefn (*smooth*).

Edrychwn nawr yn fwy manwl ar rannau unigol y system i ganfod eu pwysigrwydd allweddol i'r system. Dechreuwn gyda'r broses gyntaf, sef samplu'r donffurf analog.

Mae gallu'r (*ability*) system hon i drawsyrro ac yn bwysicach i *adfer* y wybodaeth analog wreiddiol yn ddibynol ar y gyfradd samplu (amledd samplu) mewn perthynas â'r amledd gwybodaeth. Er mwyn dangos yr effaith yma, ystyriwch y gyfres o ddiagramau isod.

Mae diagram (a) yn dangos signal gwybodaeth sinwsoidaidd (h.y. tôn bur) ar amledd o 500 Hz;



Mae diagram (b) yn dangos canlyniad samplu bob 2.5 ms (h.y. yr amledd samplu yw 400 Hz);

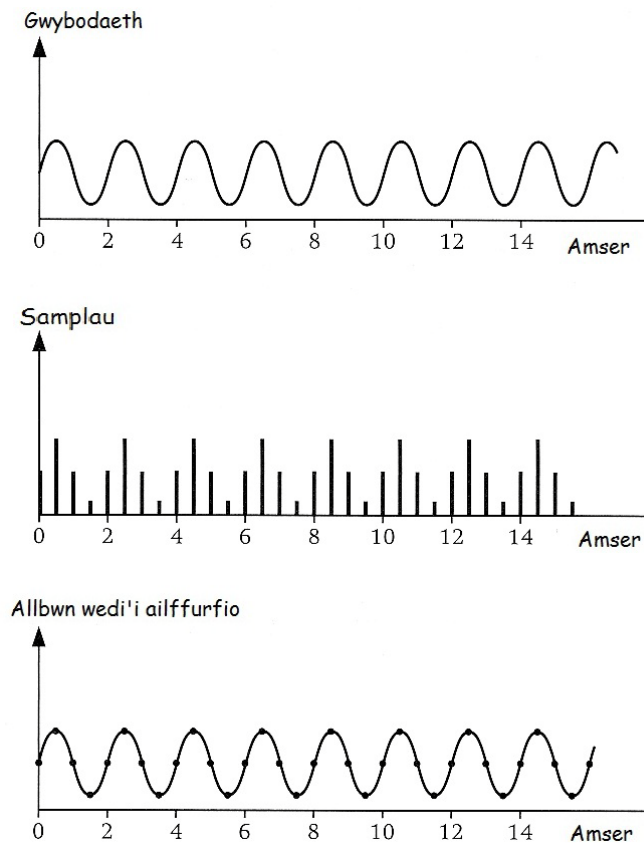
Mae diagram (c) yn dangos yr allbwn wedi'i ailffurfio.

Gallwn weld nad yw'r signal gwybodaeth a gafodd ei adfer yn debyg o gwbl i'r gwreiddiol. Yn wir, mae'r signal gwreiddiol wedi cael ei golli ac mae signal amledd-is wedi cymryd ei le. Yr enw ar y signal amledd-is hwn yw **alias** ac mae wedi ymddangos gan fod yr amledd samplu yn llawer rhy isel.

Testun 4.5.4 - Modyliad Cod Curiad

Mae'n rhaid cymryd llawer o ofal i osgoi achosi alias wrth drawsnewid signalau analog yn rhai digidol. Yn 1924, Harry Nyquist, mathemategwr o'r Iseldiroedd, oedd y cyntaf i ddangos hyn: er mwyn adfer signal gwybodaeth o gyfres o samplau, mae'n rhaid i'r amledd samplu fod yn fwy na dwywaith yr amledd mwyaf yn y wybodaeth. Yr enw ar hyn yw theorem samplu a'r enw ar yr amledd yw amledd Nyquist.

Mae'r diagram isod yn dangos yr un signal gwybodaeth 500 Hz. Ond y tro hwn wedi'i samplu ar amledd o 2 kHz (h.y. yn fwy nag amledd Nyquist, sy'n 2×500 Hz).



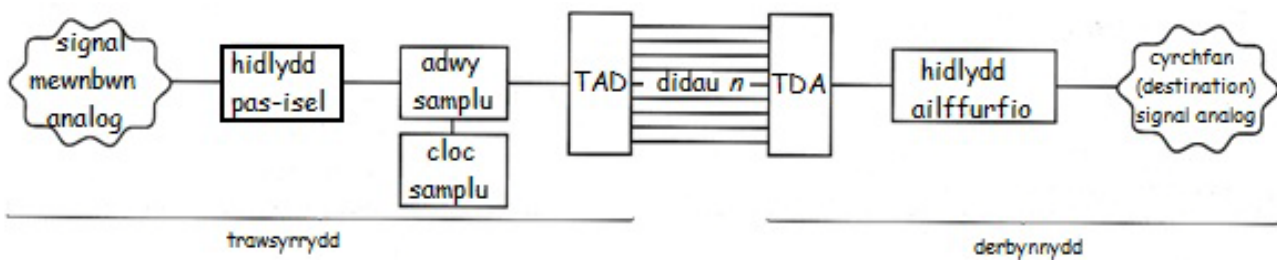
Gallwn weld yn glir bod yr allbwn a gafodd ei adfer yn gopi bras o'r gwreiddiol.

Felly, mae'n rhaid i amledd y cloc samplu fod yn fwy na $2 \times$ o'r signal i'w samplu.

Er mwyn rhwystro problemau, fel achosi alias wrth ddigido signal analog pan fydd gan y signal analog amrediad o amleddau, mae'n hanfodol bwysig pasio'r

signal analog drwy hidlydd pas-isel (testun 4.2.3 Hidlyddion RC goddefol) cyn samplu. Wrth wneud hyn, bydd yr holl amleddau sy'n rhy uchel i'r gyfradd samplu sydd wedi ei rhoi, yn cael eu dileu. Felly ni fydd yr un alias yn cael ei gynhyrchu.

Felly, bydd y system yn edrych fel hyn:



Enghreifftiau gwrth-alias

- Yn y system ffôn, mae amleddau llais yn cael eu cyfyngu i'r amrediad 300 Hz i 3.4 kHz. Felly mae'r hidlydd pas-isel wedi'i osod i basio'r amrediad hwn o amleddau yn unig i gylched yr adwy samplu. Yr amledd samplu yw 8000 Hz, sy'n bodloni maen prawf (*criterion*) Nyquist o fod yn fwy na dwywaith 3.4 kHz, yr amledd band sylfaenol mwyaf.
- Wrth wneud cryno ddisg, mae'r stiwdio recordio yn pasio'r signal cerddoriaeth drwy hidlydd pas-isel sy'n cyfyngu'r amledd mwyaf i 20 kHz. Mae samplu wedyn yn digwydd ar amledd o 44.1 kHz, sydd unwaith eto yn bodloni maen prawf Nyquist o fod yn fwy na dwywaith y mwyafswm 20 kHz.

Ymarfer i Fyfyriwr 1

1. Mae gan signal awdio fand sylfaenol sydd ag amrediad o 0.5 kHz i 4.5 kHz. Os yw'r signal hwn i gael ei ddigido, nodwch pa un o'r amleddau canlynol fyddai'n amledd samplu addas:

- A: 4.0 kHz,
- B: 5.0 kHz,
- C: 6.8 kHz,
- D: 8.2 kHz,
- E: 9.8 kHz,
- F: 18 kHz

Ateb(ion):

Nawr, am ein bod wedi sefydlu'r meini prawf ar gyfer gwneud i'r adwy samplu weithredu ar amledd addas, gallwn droi ein sylw at y TAD a'r broses drawsnewid yn gyffredinol. Bydd y gwaith o adeiladu'r gylched TAD yn cael sylw ym modiwl ET5, felly nid oes angen i ni boeni am hynny nawr. Er hyn, mae yna rai pethau y mae'n rhaid i ni eu hystyried o ran sut mae'n gweithredu. Yn gyntaf, mae'n rhaid i ni feddwl am yr hyn mae'r TAD yn ei wneud mewn gwirionedd, sef newid foltedd analog yn gyfres o guriadau digidol. Bydd cywirdeb hyn yn dibynnu ar sawl did sydd ar gael ar gyfer y codio digidol. Gadewch i ni edrych ar rai enghreifftiau i ddangos hyn.

Mewn system dau ddid, dim ond 4 cod digidol posibl, 00, 01, 10, 11 sy'n bosibl. Byddai pob un ohonynt yn cael eu dyrannu (*allocated*) i lefel foltedd yn y signal gwreiddiol. Er enghraifft, gydag amrediad foltedd mewnbwn o 0-16V, dim ond 4 cod digidol sydd ar gael, felly gallwn hollti'r amrediad foltedd mewnbwn yn 4 lefel gwahanol yn unig; mae pob un yn hafal i $16/4 = 4V$ yn yr achos yma.

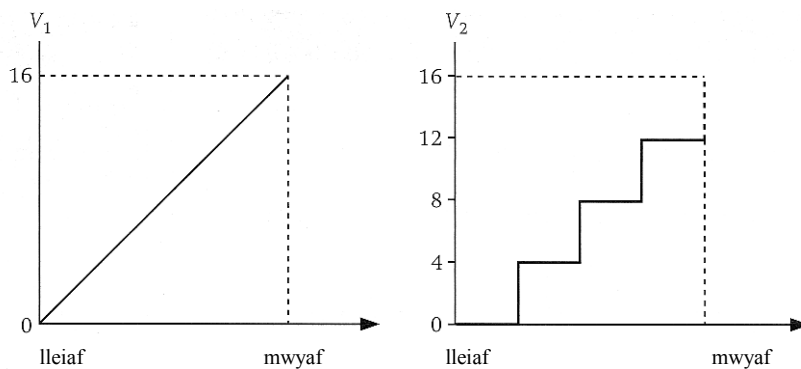
Felly, byddai foltedd mewnbwn

- rhwng 0 a 4V yn cael ei godio fel 00,
- rhwng 4.001V a 8V yn cael ei godio fel 01,
- rhwng 8.001V a 12V yn cael ei godio fel 10,
- rhwng 12.001V a 16V yn cael ei godio fel 11.

Wrth y derbynnydd, mae'r broses yn cael ei wrthdroi (*reverse*), lle mae codau digidol yn cael eu trawsnewid yn werthoedd foltedd analog gan ddefnyddio dyfais o'r enw mwyhadur symio. Byddwn yn trafod hyn eto'n fanwl ym Modiwl ET5. Wrth y derbynnydd, byddai'r codau'n cael eu dehongli fel hyn:

- Mae mewnbwn o 00 yn cynhyrchu allbwn o 0V
- Mae mewnbwn o 01 yn cynhyrchu allbwn o 4V
- Mae mewnbwn o 10 yn cynhyrchu allbwn o 8V
- Mae mewnbwn o 11 yn cynhyrchu allbwn o 12V

Mae hyn yn haws i'w weld ar ffurf graff fel sydd i'w weld isod:



Allbwn TAD 2-ddid

yw'r amrediad foltedd mewnbwn analog a fyddai'r allbwn o TAD 2-ddid cyfatebol. Mae arsylwadau cynnar hyd yn oed yn dangos nad yw'r allbwn yn debyg i'r gwreiddiol. Mae'r foltedd bob amser yn is na'r gwreiddiol ac mae'r grisiau yn rhy fawr i wneud hyn yn addas ar gyfer unrhyw fath o system gyfathrebu.

Sut mae'r system yn gwella os ydym yn defnyddio tri did?

Testun 4.5.4 - Modyliad Cod Curiad

Mewn system tri did, mae 4 cod digidol ychwanegol ar gael gan wneud cyfanswm o 8; mae 000, 001, 010, 011, 100, 101, 110, 111 yn bosibl. Byddai pob un o'r rhain yn cael eu dyrannu i lefel foltedd yn y signal gwreiddiol. Er enghraifft, gydag amrediad foltedd mewnbwn o 0-16V, mae 8 cod digidol ar gael, felly gallwn hollti'r amrediad foltedd mewnbwn yn 8 lefel gwahanol yn unig; mae pob un yn hafal i $16/8 = 2V$ yn yr achos yma.

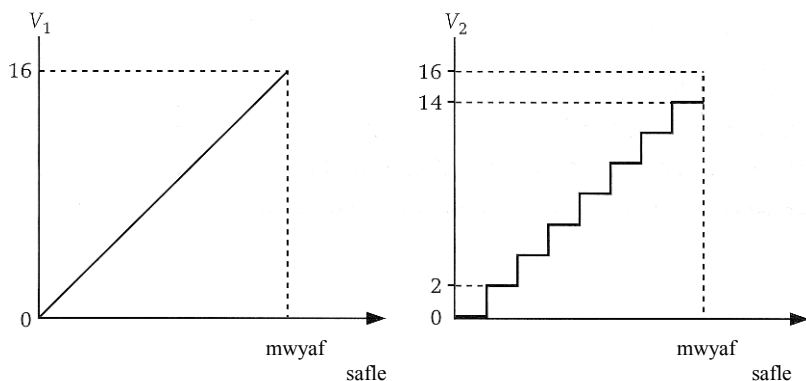
Felly byddai foltedd mewnbwn

- rhwng 0 a 2V yn cael ei godio fel 000,
- rhwng 2.001V a 4V yn cael ei godio fel 001,
- rhwng 4.001V a 6V yn cael ei godio fel 010,
- rhwng 6.001V a 8V yn cael ei godio fel 011,
- rhwng 8.001V a 10V yn cael ei godio fel 100,
- rhwng 10.001V a 12V yn cael ei godio fel 101,
- rhwng 12.001V a 14V yn cael ei godio fel 110,
- rhwng 14.001V a 16V yn cael ei godio fel 111.

Wrth y derbynnydd, byddai'r codau'n cael eu dehongli fel hyn:

- Mae mewnbwn o 000 yn cynhyrchu allbwn o 0V
- Mae mewnbwn o 001 yn cynhyrchu allbwn o 2V
- Mae mewnbwn o 010 yn cynhyrchu allbwn o 4V
- Mae mewnbwn o 011 yn cynhyrchu allbwn o 6V
- Mae mewnbwn o 100 yn cynhyrchu allbwn o 8V
- Mae mewnbwn o 101 yn cynhyrchu allbwn o 10V
- Mae mewnbwn o 110 yn cynhyrchu allbwn o 12V
- Mae mewnbwn o 111 yn cynhyrchu allbwn o 14V

Mae hyn yn haws i'w weld ar ffurf graff fel sydd i'w weld isod:



Allbwn TAD 3-did

Yw'r amrediad foltedd mewnbwn analog a fyddai'r allbwn o TDA 3-did cyfatebol. Tra bod hyn yn well na'r enghraifft 2-ddid, nid yw'n dod yn agos at atgynhyrchu'r signal gwreiddiol. Dylai fod yn amlwg nawr, os ydym eisiau signal sy'n eithaf agos at y gwreiddiol yn y derbynydd, bod angen cynyddu nifer y didau sydd eu hangen yn sylweddol. Byddai hyn yn golygu bod maint y gris yn y derbynydd yn cael ei leihau gymaint â phosibl. Yn ymarferol, mae angen lleiafswm o 8 did i allu atgynhyrchu'r signal gwreiddiol yn dda.

Ar gyfer cod digidol 8-did, bydd o gyfuniadau posibl, h.y. 256. Mae hyn yn golygu y byddai maint y gris nawr yn $16/256=0.0625V$ neu 62.5mV.

Dylech fod yn gallu gweld nawr bod maint y gris yn mynd yn fach iawn hyd yn oed gyda 8 did yn unig. Felly byddwn yn dod yn agos iawn at werth gwreiddiol y signal. Yn gyffredinol, gallwn ddyfynnu cydraniad TAD gan ddefnyddio'r fformiwla ganlynol:

$$\text{cydraniad} = \frac{\text{amrediad foltedd mewnbwn}}{2^n}$$

Lle 'n' yw nifer y didau.

Ymarfer i Fyfyrrwyr 2

Mae Chwaraewr CD yn defnyddio system amgodio 16-did. Os mai 5V yw'r amrediad foltedd mwyaf, cyfrifwch gydraniad y System CD.

.....

.....

.....

.....

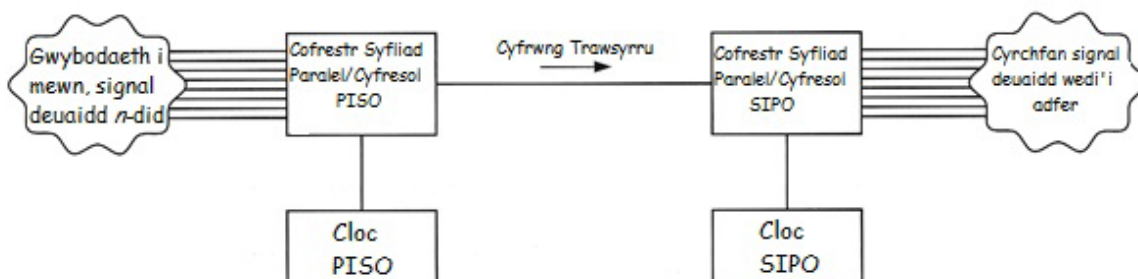
Paralel i Gyfresol

Yn y system sydd i'w weld ar Dudalen 6, mae trawsyriad paralel o'r wybodaeth yn digwydd rhwng y trawsyrrydd a'r derbynnydd. Mae hyn yn golygu bod y didau cod n yn cael eu gyrru'n gydamserol (*simultaneously*) i lawr gwifrau n ar wahân ar gyfradd sy'n cael ei rheoli gan amledd y cloc samplu. Er mai dyma'r dull cyflymaf (a symlaf) o drawsyrri signal digidol, nid yw'n ymarferol pan fydd y pellter trawsyrru yn fwy nag ychydig fetrau. Mae yna ddau reswm am hyn.

- Byddai cost cebl hir wedi'i wneud o wifrau n yn ddrud.
- Wrth drawsyrri mewn paralel, gallai pob did o air n -did gymryd cyfnod o amser ychydig yn wahanol i deithio ar hyd ei bâr unigol o wifrau. Wrth i'r cebl fynd yn hirach, mae'r effaith yn gwaethygu. Mae'n bosibl na fydd y didau n yn cael eu derbyn ar union yr un amser. O ganlyniad, mae'n bosibl y gallai data anghywir gael ei dderbyn.

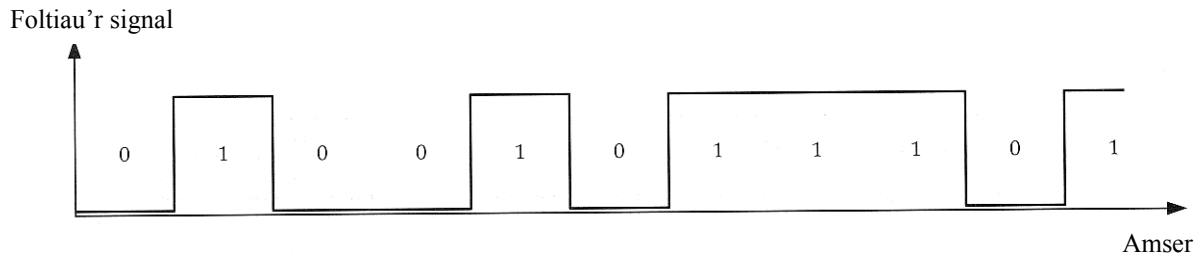
O ganlyniad, rydym yn trawsyrri data digidol yn baralel dim ond pan fydd angen trosglwyddo data'n gyflym dros bellter byr. Er enghraifft, y cysylltiad rhwng cyfrifiadur ac argraffydd.

Dull arall yw defnyddio dangludydd sengl i drosglwyddo data.

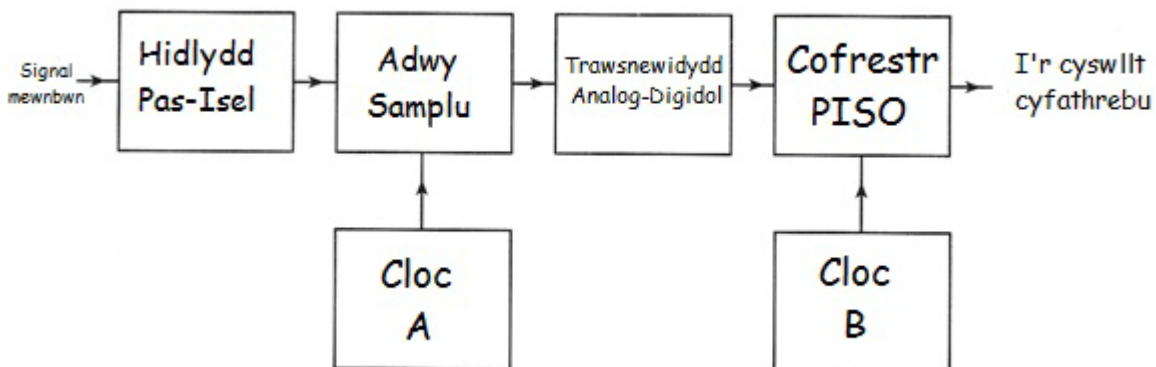


Mae'r diagram uchod yn dangos sut mae'n bosibl defnyddio cyswllt sengl i drosglwyddo'r wybodaeth, a dylech adnabod dau arall o'r blociau gweithredol yn y diagram yma o'n gwaith blaenorol.

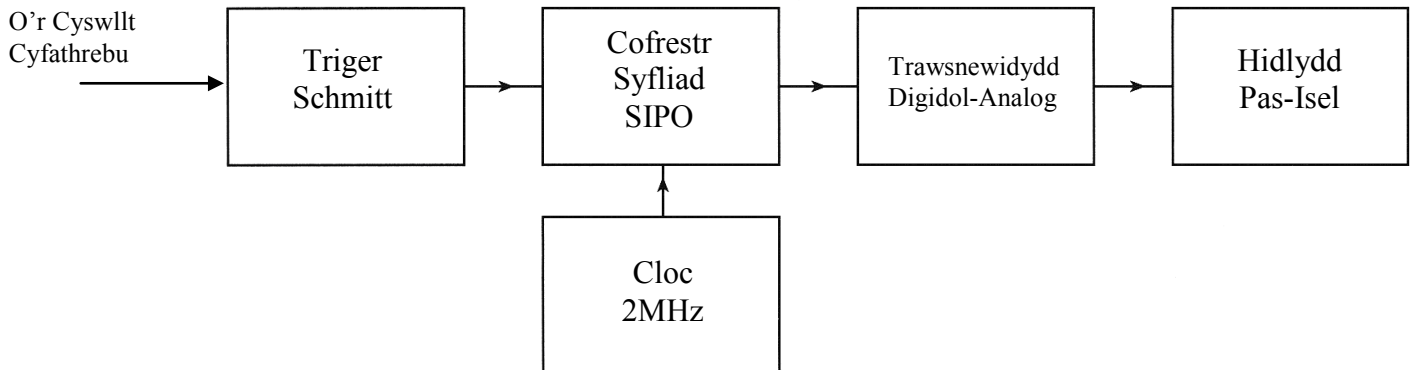
Mae'r diagram yn dangos y trefniant sylfaenol ar gyfer trawsyrru didau n cod ar hyd cyswllt sengl. Mae'r didau n cod yma o'r TAD yn cael eu mewnbwnnu i gofrestr syfliad paralel/cyfresol. Fel y gwelsom yn nhestun 4.5.3, mae'r gylched hon yn llwytho'r holl air n -did ar un curiad cloc ac yna'n ei drawsyrru, un did ar y tro (o dan reolaeth curiad cloc arall). Mae'r didau n hyn yn symud ar hyd y cyswllt sengl i'r derbynnydd; ac mae'r signal digidol yn bodoli yn y cyswllt sengl yma. Os yw signal digidol sy'n cael ei drawsyrru'n gyfresol yn cael ei archwilio dan osgilosgop, yna gallwn weld ei fod yn ddilyniant ar hap (*random procession*) o 1 a 2, fel sydd i'w weld isod.



Mae diagram bloc llawn y trawsyrrydd i'w weld isod.



Mae diagram bloc llawn y derbynydd i'w weld isod.



Mae'r derbynydd yn cynnwys cofrestr syfliad mewnbwn cyfresol / allbwn paralel. Mae'r gylched hon yn cymryd y didau wrth iddyn nhw gyrraedd, un ar ôl y llall, ac yn eu storio dros dro. Ar ôl derbyn yr holl ddidau n , mae'n allbynnu'r gair n -did cyfan mewn paralel i TDA (i adfer y signal analog gwreiddiol).

Mewn gwirionedd, bydd y signal sy'n cyrraedd o ddiwedd y cyswllt cyfathrebu wedi'i wanhau, a mwy na thebyg bydd yn dioddef o effeithiau sŵn. Bydd yn pasio trwy driger Schmitt (testun 4.5.2) er mwyn adfywio'r signal cyn y caiff ei basio i'r gofrestr syfliad *SIPO*.

Mewn system modyliad cod curiad (*PCM*), mae'n rhaid i'r cylchedau paralel / cyfresol a chyfresol / paralel weithio'n gyflym, am fod yn rhaid iddyn nhw fewnbynnu, a syflyd (*shift*) didau n pob sampl cyn y bydd y sampl n -did nesaf yn cyrraedd ar gyfer ei drawsyrnu. Hynny yw, mae'n rhaid i gloc *PISO* cylched paralel / cyfresol a chloc *SIPO* cylched gyfresol / paralel weithredu'n llawer cyflymach na'r cloc samplu gwreiddiol.

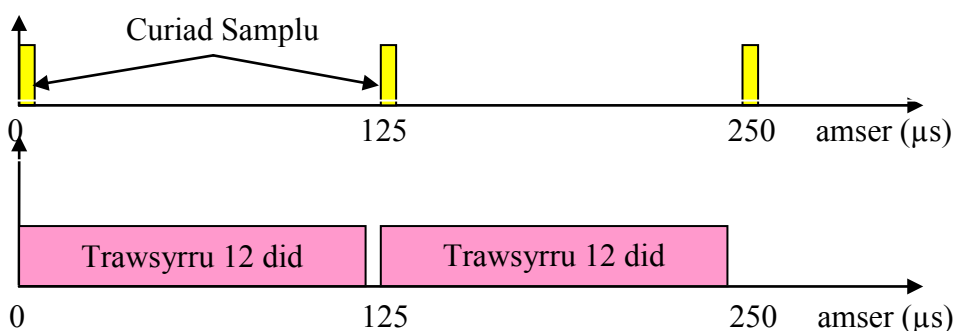
Er enghraifft:

Os yw'r cloc samplu gwreiddiol yn gweithredu ar 2kHz, h.y. gyda chyfnod o 0.5ms, a'r TAD yn ddyfais 12-did, yna mae'n rhaid i'r 12 did gael eu llwytho i'r *PISO* a'u hallbynnu cyn i'r sampl nesaf gyrraedd. Felly, yr amser mwyaf sy'n cael ei ganiatáu i bob did yw $0.5\text{ms}/12=41.6\mu\text{s}$. Mae hyn yn rhoi amledd *PISO* lleiaf o 24kHz. Byddai'n bosibl defnyddio amledd o 30kHz i ganiatáu ychydig o oddefiant (*tolerance*).

Cyn i ni edrych ar rai cwestiynau math arholiad ar y testun yma, mae yna un mater arall i ymdrin ag ef. Mae hwnnw'n gysylltiedig â gwneud y defnydd mwyaf posibl o'r cyswllt cyfathrebu cyfresol. Y defnydd mwyaf cyffredin sy'n cael ei wneud o PCM yw'r busnes telegyfathrebu. Mae'n bwysig gwneud y defnydd mwyaf posibl o gyswllt cyfresol rhwng dau le. Edrychwn ar enghraifft i egluro'n llawn.

Mae sgwrs ffôn wedi'i chyfyngu i amrediad amledd o 3.4kHz. Er mwyn i drawsnewidiad llwyddiannus ddigwydd, mae theorem samplu Nyquist yn nodi bod yn rhaid i'r gyfradd samplu fod o leiaf ddwywaith yr amledd uchaf, h.y. $2 \times 3.4 = 6.8\text{kHz}$. I wneud y rhifau ychydig yn haws, byddwn yn samplu ar amledd o 8kHz. Yn nhermau amser, mae hyn yn golygu y bydd sampl yn cael ei gymryd bob $1/8000=125\mu\text{s}$.

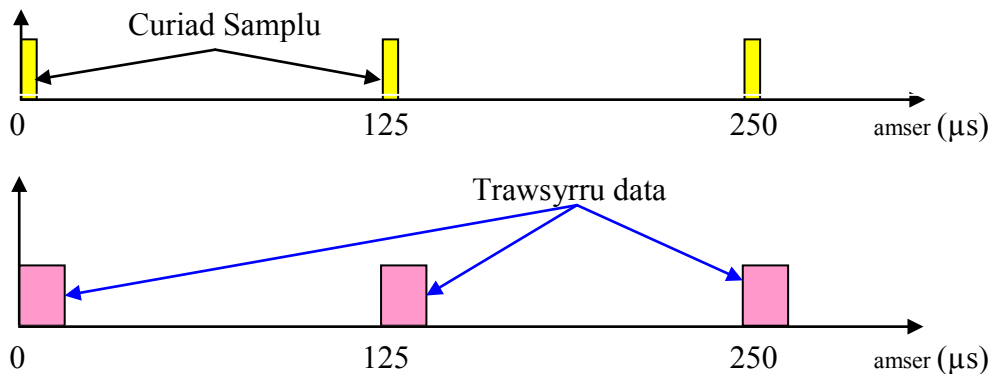
Os yw'r TAD yn ddyfais 12-did, bydd yn rhaid i'r PISO allbynnu'r 12 did yma cyn diwedd y cyfnod $125\mu\text{s}$. Fel arall, bydd y sampl nesaf yn cael ei gymryd gan yr adwy samplu ac yn trosysgrifo (*overwrite*) peth o'r data sydd yn dal i gael ei storio yn y PISO cyn y bydd wedi cwblhau'r dilyniant allbynnu. Os ydym yn tybio (*assume*) bod gan y cloc PISO gyfnod o $10\mu\text{s}$, yna bydd 12 did yn cymryd $12 \times 10\mu\text{s} = 120\mu\text{s}$ i'w allbynnu. Gallwn weld hyn ar y graff isod.



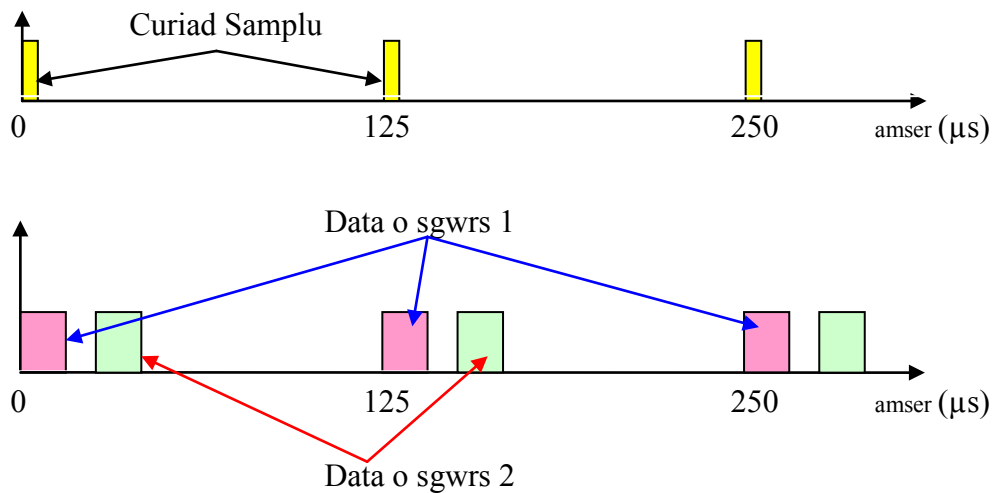
Mae terfyn (*limit*) amledd uchaf y cloc PISO yn annibynnol o amledd y cloc samplu. Mae cylchedwaith electronig modern yn gallu gweithredu ar amleddau uchel iawn. Ystyriwch beth fyddai'n digwydd pe bai'r cloc PISO yn gweithredu ar 1MHz, h.y. byddai pob cylchred yn para $1\mu\text{s}$. Dim ond $12\mu\text{s}$ fyddai ei angen i allbynnu 12 did.

Testun 4.5.4 - Modyliad Cod Curiad

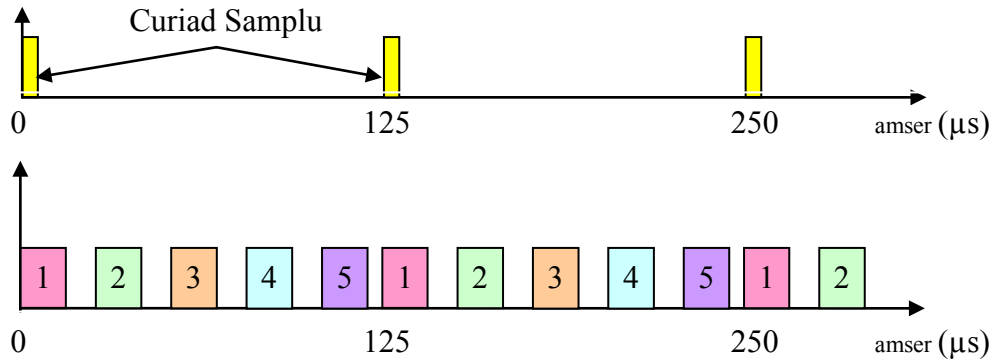
Byddai hyn yn newid ein graff blaenorol i'r un sydd i'w weld isod.



Gallwn nawr weld ein bod wedi creu bwlch amser mawr yn y cyswllt cyfathrebu rhwng samplau lle mae'r llinellau nawr i bob pwrpas yn segur (*idle*). Byddai hyn yn ddrud iawn ac yn wastraff adnoddau. Felly yn ystod y cyfnod hwn, lle nad yw'r sampl sgwrs gyfredol (*current*) yn cael ei thrawsyrru, mae sampl arall o sgwrs wahanol yn cael ei bwydo i mewn i'r cyswllt cyfathrebu fel sydd i'w weld isod.

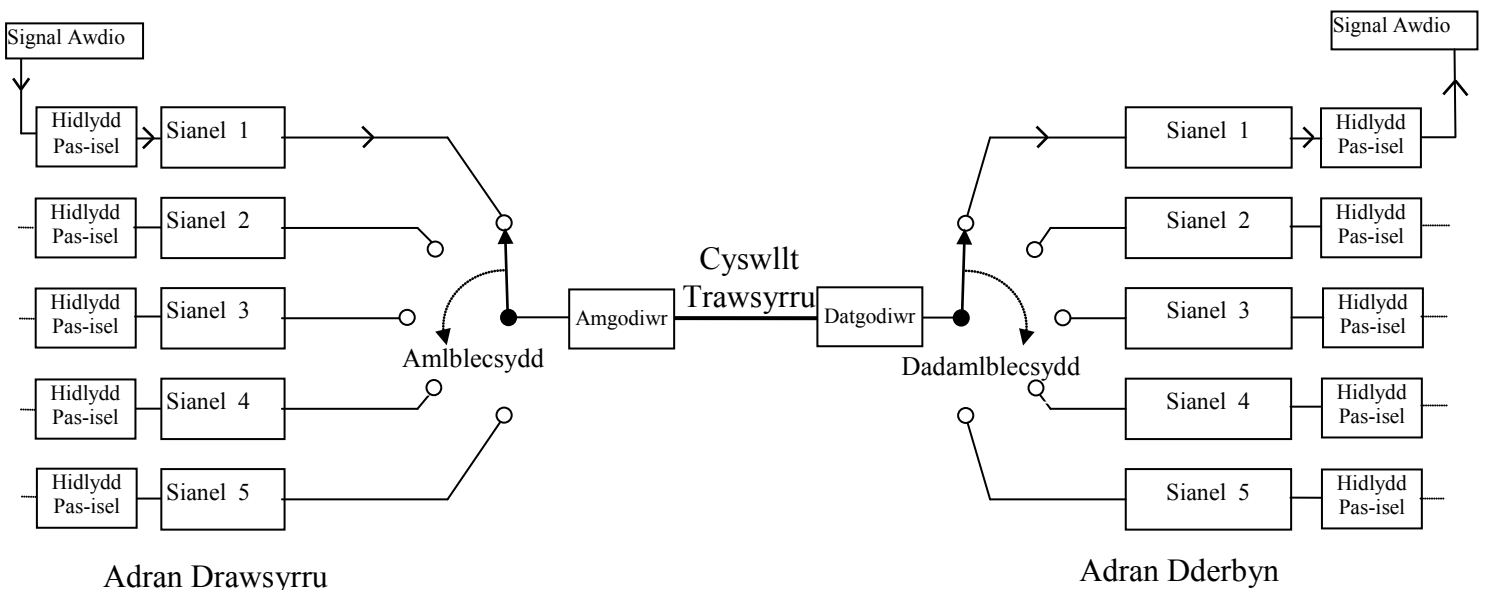


Mae cyfleoedd yn parhau i ffitio sgwrsiau eraill yn y bylchau sy'n dal yn weddill cyn gorfod dychwelyd i godi'r sampl nesaf o'r sgwrs wreiddiol fel sydd i'w weld isod.



Yma, gallwn weld bod 5 sgwrs yn ffitio'n rhwydd i'r gofod rhwng samplu'r sgwrs wreiddiol. Mae'r dechneg hon yn gwneud defnydd llawn o'r cyswllt cyfathrebu, ac mae'n cael ei galw'n amlblecsu rhaniad amser. Mae pob sgwrs yn rhannu'r cyswllt cyfathrebu am gyfnod byr, sy'n gwneud y defnydd mwyaf posibl o'r cyswllt.

Mae amlblecsydd yn dewis y sgwrsiau yn eu tro ac yn eu bwydo i'r cyswllt cyfathrebu. Ar ddiwedd y cyswllt, mae dadamblblecsydd yn pasio'r wybodaeth yn ôl i'r derbynnydd priodol. Dylai'r diagram isod eich helpu i ddeall hyn.



Mae gan y trawsyrrydd a'r derbynnydd *PCM* ddyluniad sydd ychydig yn wahanol i'r rhai sy'n cael eu dangos ar gyfer cyswllt heb ei amblecsu. Mae gan bob sianel hidlyddion pas-isel unigol. Ond i wneud y system yn fwy cost effeithiol, mae'r holl sianeli yn rhannu gweddill cylchedwaith y trawsyrrydd.

Mae'r amblecsydd yn gweithredu fel adwy samplu i gynhyrchu signalau *PAM* i bob sianel yn ei thro. Mae'r TAD yn yr amgodiwr wedyn yn cynhyrchu blociau o ddigidau deuaidd i bob sampl yn ei dro sydd wedyn yn cael eu trawsnewid yn ffrwd (*stream*) did cyfresol gan y *PISO*.

Mae'r triger Schmitt yn y datgodiwr yn adfywio'r ffrwd did deuaidd cyn i'r *SIPO* gynhyrchu blociau o ddigidau deuaidd, sy'n cael eu hailffurfio yn signal *PAM* o bob sianel yn ei thro. Mae'r dadamblecsydd yn arwain pob signal *PAM* a gafodd ei ailffurfio i'r sianel gywir.

Mae'r amblecsydd a'r dadamblecsydd yn cael eu cydamseru gan ddefnyddio sianeli ychwanegol ar y system i sicrhau bod person sy'n cysylltu ar sianel drawsyrnu 1 yn cael ei gysylltu i dderbyn sianel 1, er mwyn iddo gael samplau cywir pob sgwrs.

Bydd angen i chi wybod sut i gyfrifo faint o signalau sy'n bosibl eu trawsyrnu gan ddefnyddio'r dechneg hon, o gael y wybodaeth gymharol (*relative*) ar gyfer system benodol. Mae'n bosibl gwneud hyn drwy rannu'r cyfnod rhwng samplau gyda'r amser sydd ei angen i drawsyrnu'r didau unigol o'r *PISO*. Yn gyffredinol,

$$\text{Nifer y sianeli} = \frac{\text{cyfnod samplu}}{\text{Nifer y didau x cyfnod PISO}}$$

Ar gyfer yr enghraifft uchod, nifer y sianeli y mae'n bosibl eu trawsyrnu yw

$$\text{Nifer y sianeli} = \frac{\text{cyfnod samplu}}{\text{Nifer y didau x cyfnod PISO}}$$

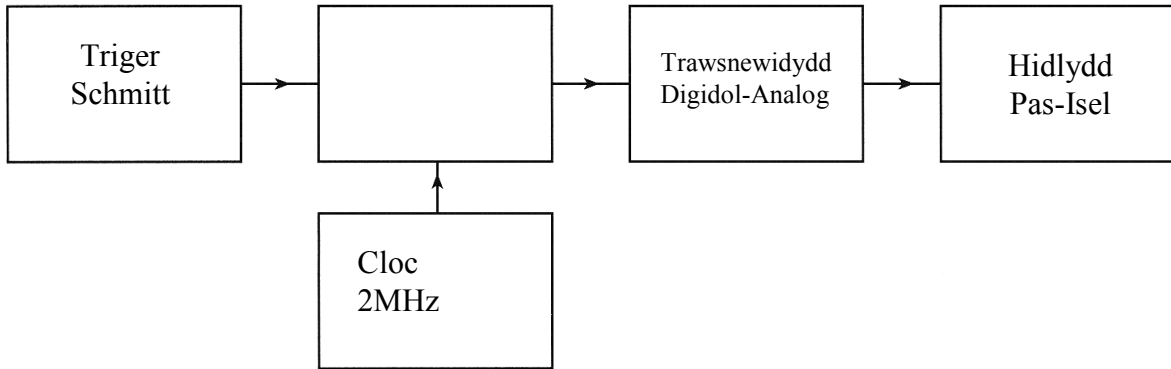
$$= \frac{125\mu\text{s}}{12 \times 1\mu\text{s}} = 10.41 \Rightarrow 10 \text{ sianel}$$

Byddai'n rhaid dyblygu'r (*duplicate*) system uchod i gynnal sgwrs dwy ffordd, gan ddefnyddio ail gyswllt trawsyrru. Mewn system real, mae BT yn trawsyrru 30 o sianeli lleferydd dros ddau gyswllt trawsyrru, gan felly arbed 20 cyswllt cyfathrebu.

Nawr, cwblhewch Ymarfer i Fyfyrrwyr 3.

Ymarfer i Fyfyrrwyr 3.

1. (a) Cwblhewch y diagram ar gyfer derbynnydd system gyfathrebu Modyliad Cod Curiad (PCM).



[1]

- (b) Mae gan y trawsnewidydd digidol-analog fewnbwn 12-did ac amrediad foltedd allbwn o 0V i 8V. Beth yw cydraniad y TDA (DAC)?

.....

.....

.....

[2]

- (c) Mae'r hidlydd pas-isel yn rhwystro amleddau sy'n uwch na 10kHz. Pam mae angen hyn yn y system yma?

.....

.....

.....

.....

.....

[1]

2. Mae'n bosibl defnyddio Amlblecsu Rhaniad Amser (*TDM*) i drawsyrriu nifer o sianeli Modyliad Cod Curiad (*PCM*) ar hyd cyswllt cyfathrebu sengl.

Darllenwch y darn isod, a defnyddiwch y wybodaeth sydd wedi ei roi i ateb y cwestiynau sy'n dilyn.

Mae'r system yn defnyddio amledd adwy samplu *PCM* o 25 kHz i drawsnewid signalau awdio yn yr amrediad 20 Hz - 10 kHz i ffurf ddigidol. Mae cod 10-did yn cael ei ddefnyddio i ddiffinio'r lefelau sampl gydag amrediad foltedd mewnbwn o 0 i 5V. Mae nifer o signalau yn cael eu hanfon ar hyd un cludydd gan ddefnyddio *TDM*. Cyfradd cloc *PISO* pob sianel *PCM* yw 2 MHz. Caiff nifer o sianeli *PCM* eu trawsyrriu i lawr cyswllt *TDM* sengl.

- (a) Pam mae amledd samplu *PCM* o 25kHz yn addas yn y cymhwysiad (*application*) yma?

.....

.....

[1]

- (b) Cyfrifwch y cyfnod samplu *PCM*.

.....

[1]

- (c) Cyfrifwch yr amser sydd ei angen i drawsyrriu sampl *PCM* 10-did sengl ar gyfradd cloc *PISO* o 2MHz.

.....

.....

[2]

Testun 4.5.4 – Modyliad Cod Curiad

(ch) Cyfrifwch sawl sianel *PCM* y mae'n bosibl eu cyfuno gan ddefnyddio'r *TDM* ar y cyswllt cyfathrebu.

.....
.....

(d) (i) Sawl lefel samplu sydd ar gael o ddefnyddio cod 10 did? [1]

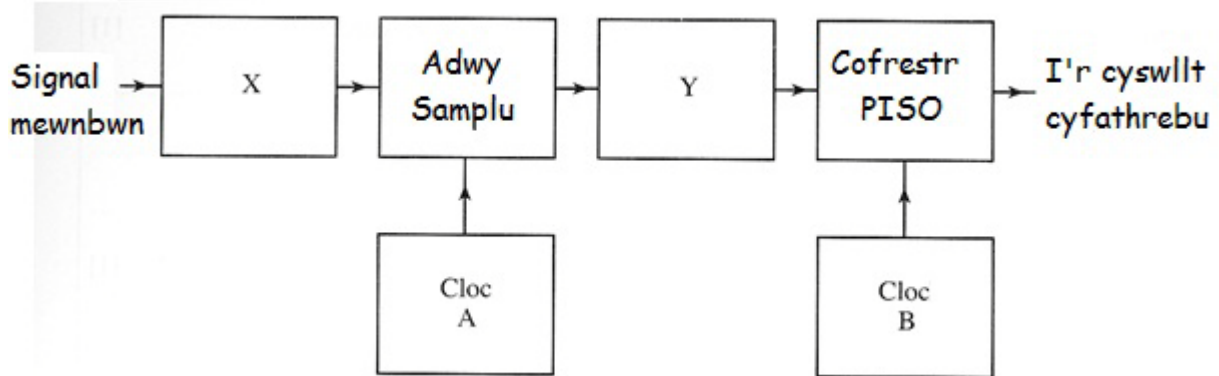
.....

(ii) Cyfrifwch y cydraniad. [1]

.....
.....
.....

[1]

3. Mae'r diagram bloc yn dangos trawsyrrydd ar gyfer system Modyliad Cod Curiad (*PCM*).



- (a) Nodwch y blociau sydd wedi eu labelu'n X ac Y.

Bloc X = Bloc Y =

[2]

- (b) Caiff allbwn y system *PCM* yma ei chyfuno gydag allbynnau systemau tebyg gan ddefnyddio *TDM* ymlaen at y cyswllt cyfathrebu.

Beth yw ystyr y llythrennau *TDM*?

.....

[1]

- (c) Yr amledd uchaf sy'n bresennol yn y signal mewnbwn yw 2kHz. Mae'r gofrestr *PISO* yn allbynnu rhif deuaidd 10 did bob tro mae'r signal mewnbwn yn cael ei samplu. Mae'n rhaid i'r gofrestr *PISO* allbynnu'r sampl hwn mewn llai na 5 μ s.

Beth yw'r amledd lleiaf sy'n dderbyniol ar gyfer

(i) Cloc A?

(ii) Cloc B?

[2]

Atebion Ymarferion i Fyfyrrwyr

Ymarfer i Fyfyrrwyr 1

1. $2 \times = 2 \times 4.5 \text{ kHz} = 9.0 \text{ kHz}$.

Mae amleddau samplu 9.8 kHz a 18 kHz yn addas, felly mae atebion E a F yn gywir.

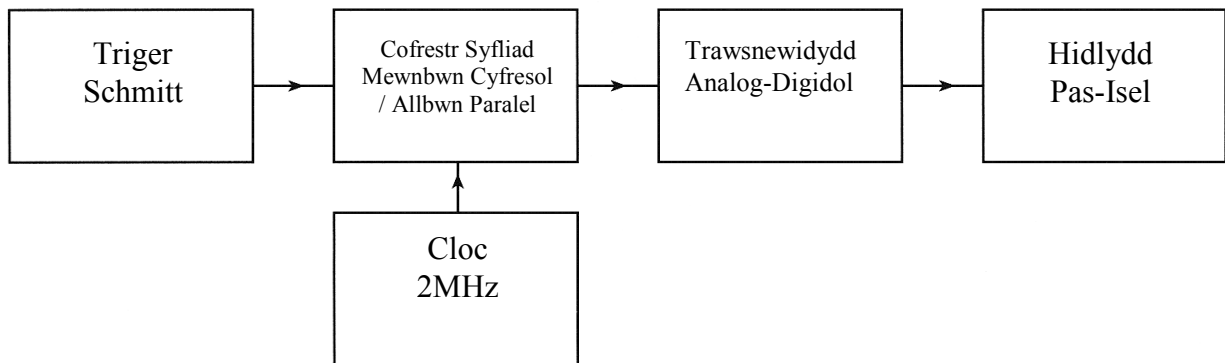
Ymarfer i Fyfyrrwyr 2

$$\text{cydraniad} = \frac{\text{amrediad foltedd mewnbwn}}{2^n}$$

$$\text{cydraniad} = \frac{5}{2^{16}} = \frac{5}{65536} = 76.29 \mu V$$

Ymarfer i Fyfyrrwyr 3

1. (a)



[1]

- (b)

$$\text{cydraniad} = \frac{\text{amledd foltedd mewnbwn}}{2^n} = \frac{8}{2^{12}} = \frac{8}{4096} = 1.95 \text{ mV}$$

[2]

- (c) Mae'r hidlydd pas-isel yn dileu'r gwall cwanteiddio / creu'r signal analog o'r signal grisiau TDA.

[1]

2. (a) Mae amledd samplu *PCM* o 25kHz yn addas yn y cymhwysiad hwn am mai'r amledd uchaf yn y signal yw 10kHz, ac mae theorem samplu Nyquist yn nodi bod yn rhaid i'r amledd samplu fod yn fwy na , a $25\text{kHz} > 2 \times 10\text{kHz}$.

[1]

(b) Y cyfnod samplu *PCM* = $\frac{1}{25\text{kHz}} = 40\mu\text{s}$.

[1]

(c) Cyfnod *PISO* = $\frac{1}{2\text{MHz}} = 0.5\mu\text{s}$

Amser i drawsyrro 10 did = $10 \times 0.5\mu\text{s} = 5\mu\text{s}$

[2]

(ch)

$$\begin{aligned} \text{Nifer o sianeli} &= \frac{\text{Cyfnod Samplu}}{\text{Nifer y didau} \times \text{cyfnod PISO}} \\ &= \frac{40\mu\text{s}}{10 \times 0.5\mu\text{s}} = 8 \text{ sianel} \end{aligned}$$

[1]

- (d) (i) Nifer y lefelau samplu = = = 1024 lefel

[1]

(ii) $\text{cydraniad} = \frac{\text{amrediad foltedd mewnbwn}}{2^n} = \frac{5}{2^{10}} = \frac{5}{1024} = 4.88\text{mV}$

[1]

3. (a) Bloc X = Hidlydd Pas-Isel Bloc Y = TAD

[2]

- (b) Amblecsu Rhaniad Amser

[1]

- (c) (i) 4kHz (gan fod amledd samplu = $2 \times$)

- (ii) 10 did mewn $5\mu\text{s}$, felly pob did = $0.5\mu\text{s}$ felly

$$= \frac{1}{0.5\mu\text{s}} = 2000000\text{Hz} = 2\text{MHz}$$

[2]

Nawr, dyma rai cwestiynau math arholiad.

Cwestiynau Math Arholiad

1. Mae'n bosibl defnyddio Amlblecsu Rhaniad Amser (*TDM*) i drawsyrru nifer o sianeli Modyliad Cod Curiad (*PCM*) ar hyd cyswllt cyfathrebu sengl.

Darllenwch y darn isod, a defnyddiwch y wybodaeth sy'n cael ei roi i ateb y cwestiynau sy'n dilyn.

Mae'r system yn defnyddio amledd adwy samplu *PCM* o 30 kHz i drawsnewid signalau awdio yn yr amrediad 20 Hz – 12.5 kHz i ffurf ddigidol. Mae cod 14-did yn cael ei ddefnyddio i ddiffinio'r lefelau sampl gydag amrediad foltedd mewnbwn o 0 i 6V. Mae nifer o signalau'n cael eu hanfon ar hyd un cludydd gan ddefnyddio *TDM*. Cyfradd cloc *PISO* pob sianel *PCM* yw 1 MHz. Caiff nifer o sianeli *PCM* eu trawsyrru i lawr cyswllt *TDM* sengl.

- (a) Pam mae amledd samplu *PCM* o 30kHz yn addas yn y cymhwysiad yma?

.....
.....

[1]

- (b) Cyfrifwch y cyfnod samplu *PCM*.

.....
.....

[1]

- (c) Cyfrifwch yr amser sydd ei angen i drawsyrru sampl *PCM* 14-did sengl ar gyfradd cloc *PISO* o 1MHz.

.....
.....

[2]

- (ch) Cyfrifwch sawl sianel *PCM* y mae'n bosibl eu cyfuno gan ddefnyddio'r *TDM* ar y cyswllt cyfathrebu.

.....
.....

- (d) (i) Sawl lefel samplu sydd ar gael o ddefnyddio cod 14 did?

.....
.....

[1]

- (ii) Cyfrifwch y cydraniad.

.....
.....

[1]

2. Mae system gyfathrebu *PCM* yn cynnwys trawsyrrydd, cyswllt cyfathrebu, a derbynnydd.

- (a) (i) Lluniwch y diagram bloc ar gyfer y trawsyrrydd, sy'n cynnwys yr is-systemau canlynol:

<i>Cofrestr syfliad PISO</i>	<i>hidlydd pas-isel</i>	<i>TAD</i>
<i>Adwy samplu</i>	<i>cloc 4kHz</i>	<i>cloc 1MHz</i>

- (ii) Beth yw'r amledd signal uchaf y gall y system hon ei phrosesu a'i hatgynhyrchu wrth y derbynnydd? [2]
-

- (iii) Pa is-system sy'n cael gwared ag (*cuts out*) amleddau sy'n fwy na hyn? [1]
-

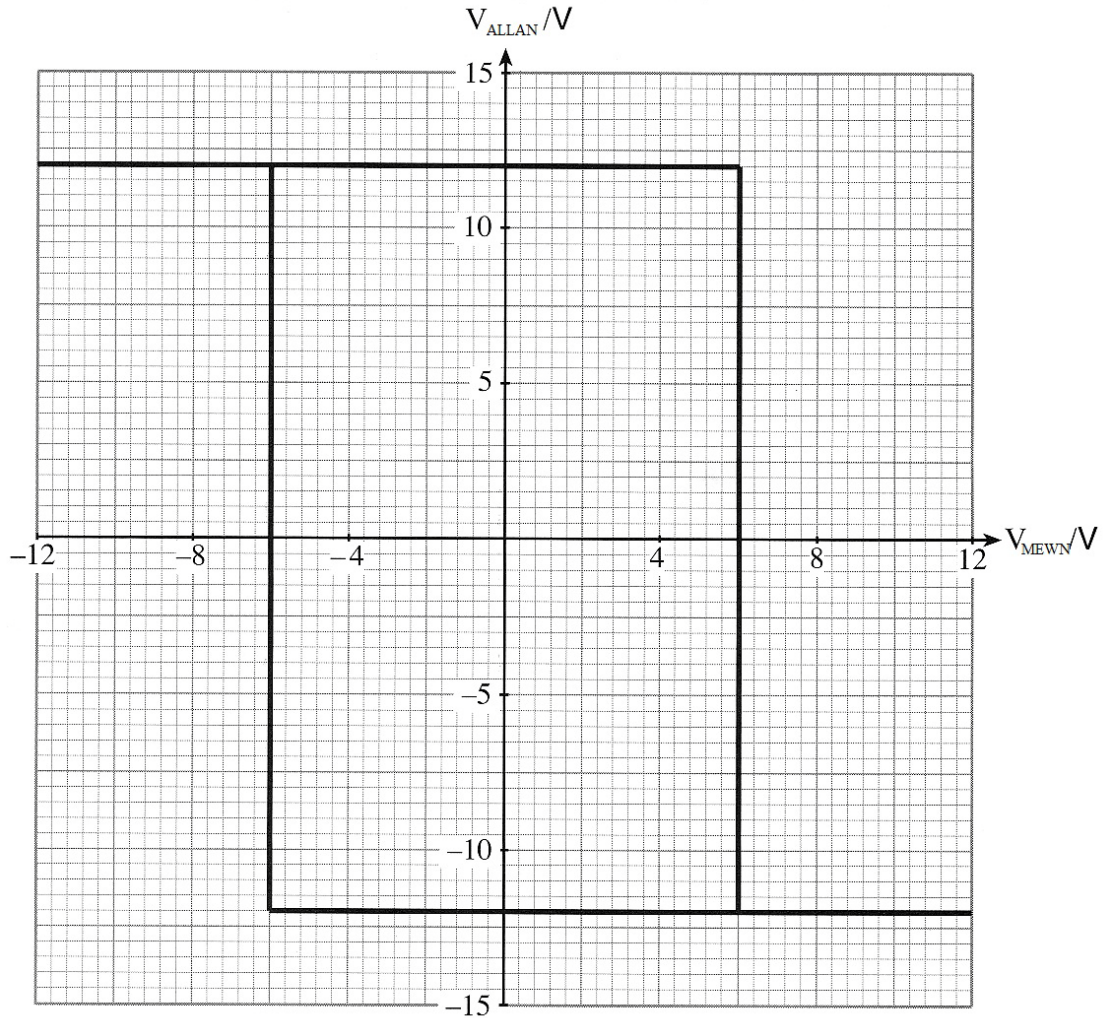
- (iv) Pa floc(iau) sy'n cynhyrchu signal allbwn *PAM*? [1]
-

- (v) Beth yw ystyr cydraniad y TAD? [1]
-
-
-

- (vi) Mae'n rhaid i'r system *PCM* ymdopi ag amrediad foltedd mewnbwn analog o 0 i 10V. Mae'n rhaid i'r cydraniad fod yn is na 0.01V. Beth yw'r nifer lleiaf o ddiadau y mae'n rhaid i'r TAD ei allbynnu? [2]
-
-
-

- (b) Mae'r derbynnydd *PCM* hefyd yn cynnwys triger Schmitt, sydd â'r nodwedd foltedd sydd i'w weld isod. [2]

Testun 4.5.4 - Modyliad Cod Curiad



- (i) Beth yw pwrpas yr is-system hon yn y derbynnydd *PCM*?
- (ii)

.....

.....

.....

[1]

- (ii) Beth yw'r ddau drothwy switsio ar gyfer y triger Schmitt hwn?

Trothwy switsio uchaf =

Trothwy switsio isaf =

[2]

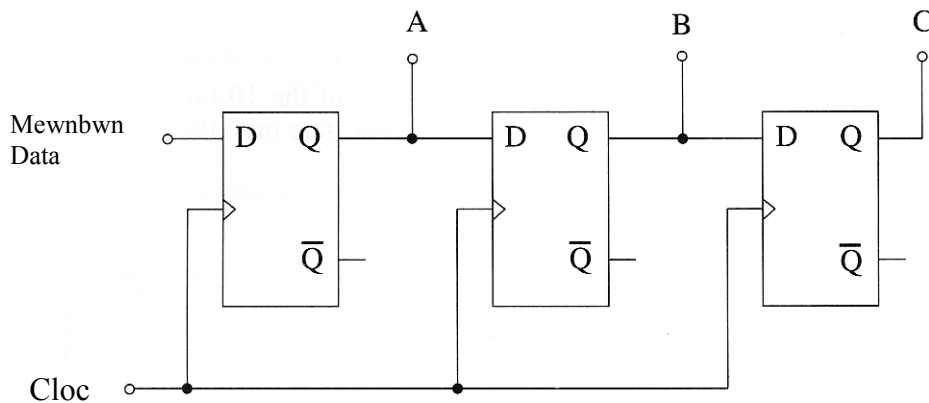
3. (a) Mae'r derbynnydd mewn system *PCM* wedi'i wneud o'r is-systemau canlynol:

cofrestr syfliad SIPO *hidlydd pas-isel* *triger Schmitt*
trawsnewidydd digidol-analog (TDA) *cloc 2MHz*

Lluniwch y diagram bloc ar gyfer y derbynnydd hwn, gan ddefnyddio'r is-systemau hyn.

[3]

(b) Mae'r diagram cylched yn dangos cofrestr syfliad 3-did, wedi'i wneud o fflip-fflopau math-D sy'n cael eu hysgogi gan ymyl codi.

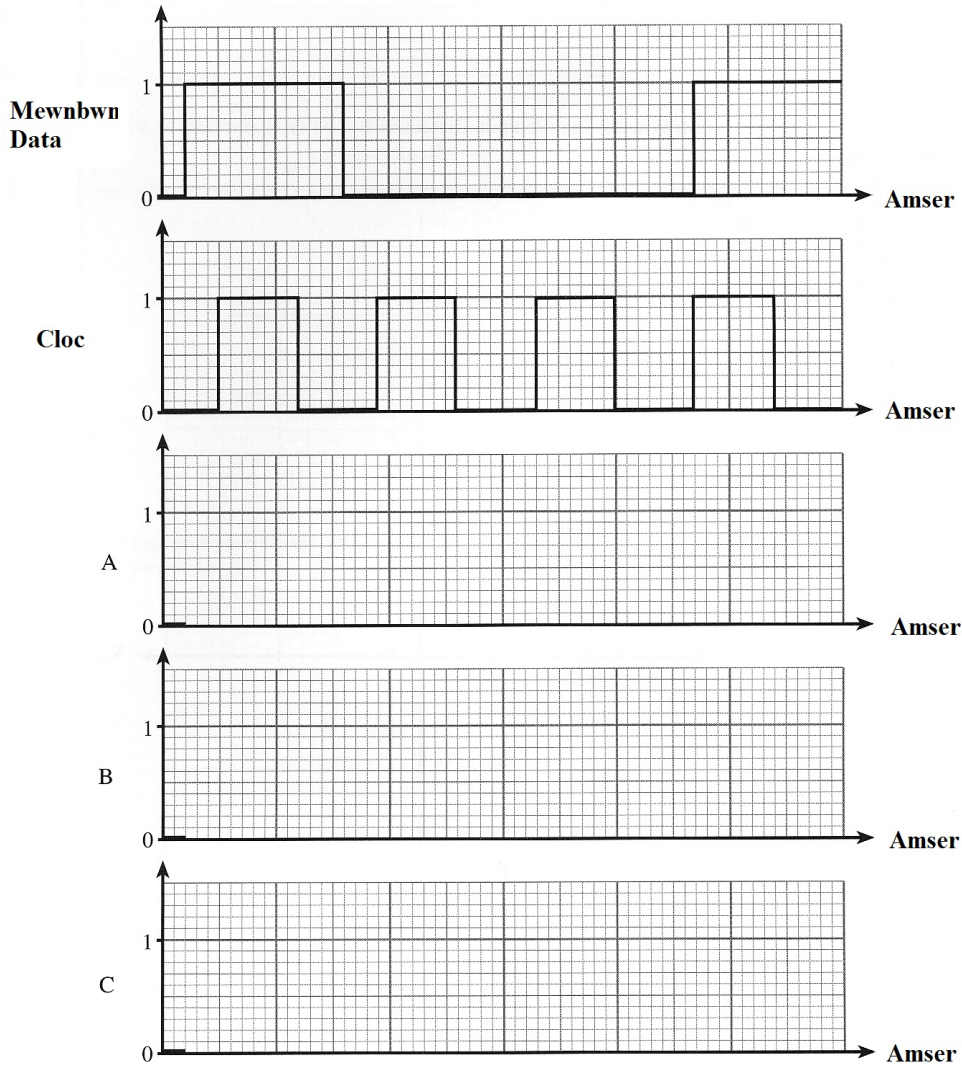


Testun 4.5.4 - Modyliad Cod Curiad

Ar y dechrau, mae'r tri fflip-fflop yn cael eu hailosod.

Mae'r graff uchaf yn dangos y signalau sy'n cael eu rhoi yn y mewnbwn data a'r mewnbwn cloc.

Defnyddiwch yr echelinau sydd wedi eu darparu i ddangos y signalau cyfatebol ar yr allbynnau A, B a C.



(c) Mae gan y TDA y fanyleb ganlynol.

Amrediad foltedd allbwn = -5V i +5V

Cydraniad = 1mV

Beth yw'r nifer lleiaf y didau sydd ei angen ar y mewnbwn er mwyn cyflawni'r fanyleb hon?

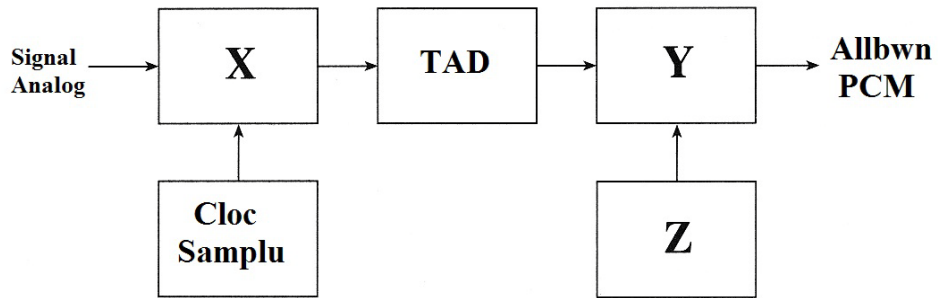
.....

.....

.....

[2]

4. Mae'r diagram bloc yn dangos rhan o drawsyrnydd Modyliad Cod Curiad.



(a) Nodwch y blociau a gafodd eu labelu'n X, Y a Z.

- (i) Bloc X =
- (ii) Bloc Y =
- (iii) Bloc Z =

[3]

(b) Mae gan y TAD allbwn 8-did ac amrediad mewnbwn o 0 – 5.00V.

(i) Cyfrifwch y cydraniad ar gyfer y TAD.

.....

.....

.....

[2]

(ii) Mae'r foltedd mewnbwn wedi'i osod ar 4.75V. Beth yw allbwn y TAD?

.....

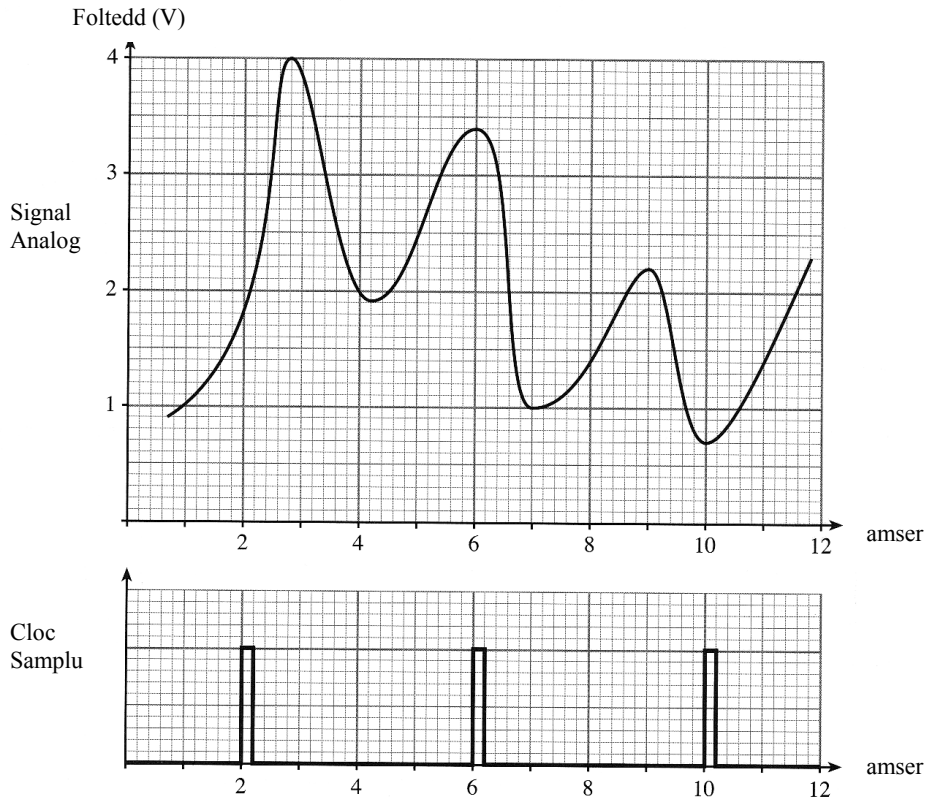
.....

.....

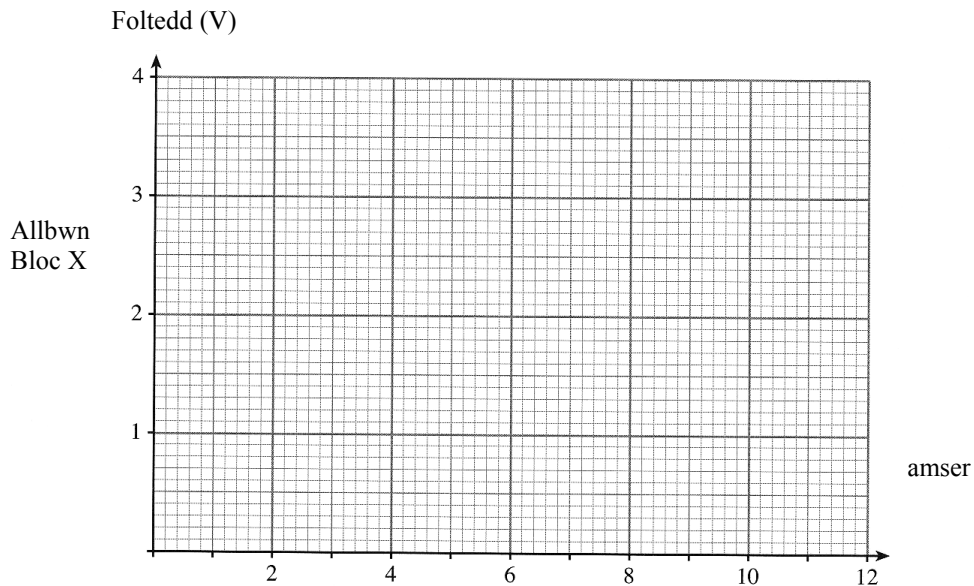
[2]

Testun 4.5.4 - Modyliad Cod Curiad

- (c) Mae'r signal mewnbwn analog sydd i'w weld yn cael ei roi yn system uchod. Mae'r signal cloc samplu hefyd i'w weld.

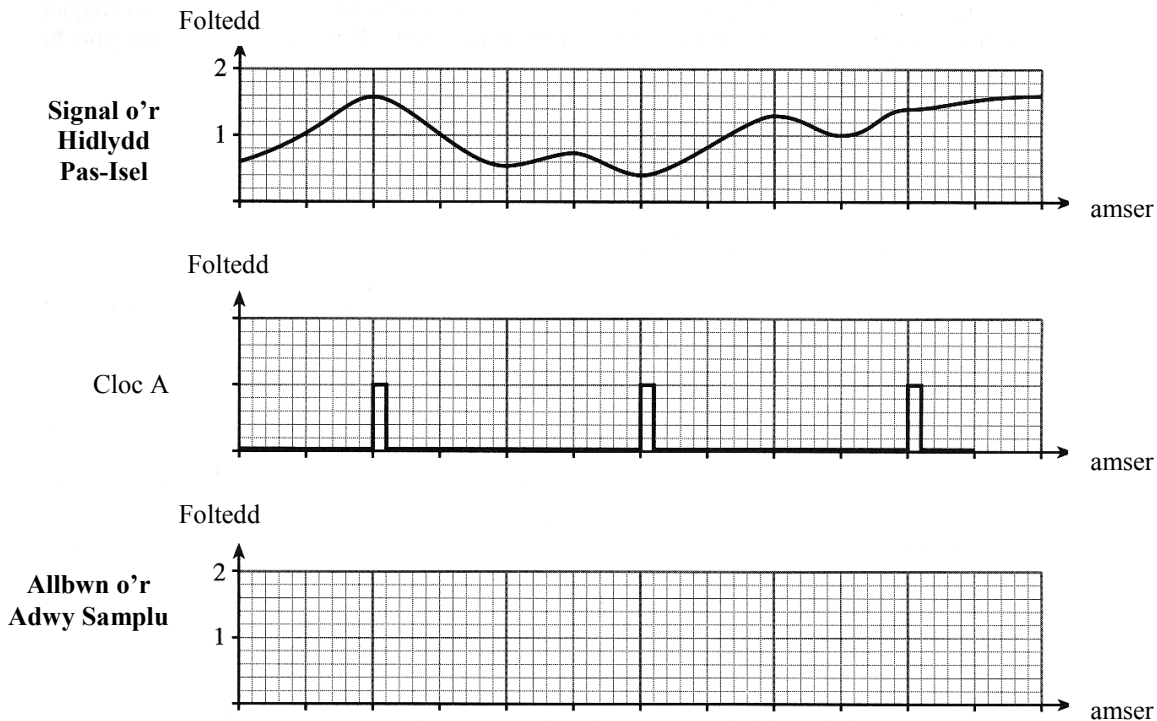
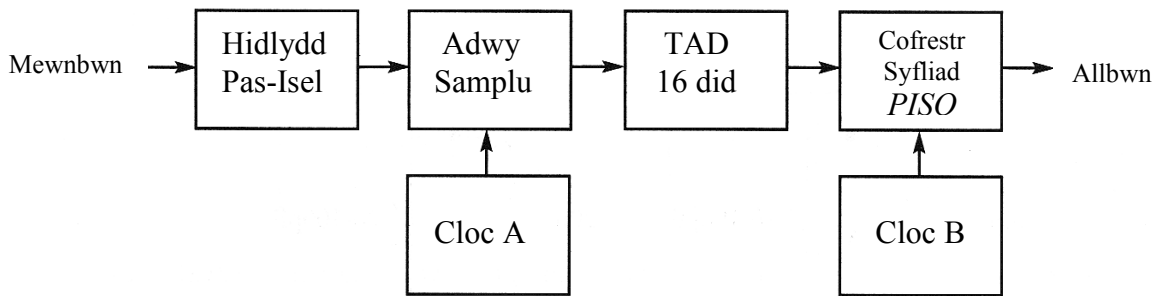


Cwblhewch y graff canlynol i ddangos allbwn Bloc X.



[3]

5. Mae'r diagram bloc canlynol yn dangos trawsyrrydd Modyliad Cod Curiad (*PCM*).



Cwblhewch y graff i ddangos allbwn yr adwy samplu.

(b) Mae'r signal o'r Hidlydd Pas-Isel yn cynnwys amleddau yn yr amrediad 20Hz i 20kHz. [3]

(i) Beth yw'r berthynas rhwng amrediad amledd y signal mewnbwn a'r amledd samplu lleiaf sydd ei angen, i alluogi signal yr Hidlydd Pas-Isel i gael ei ailffurfio yn y derbynydd?

(ii) Trwy hyn, beth yw'r amledd lleiaf y mae'n bosibl ei ddefnyddio ar gyfer Cloc A yn y trawsyrrydd hwn?

[2]

Testun 4.5.4 – Modyliad Cod Curiad

- (c) Mae'n rhaid i Gloc B weithredu ar amledd uwch na Chloc A i'r system weithio'n iawn. Esboniwch pam.

.....

.....

.....

.....

.....

- (ch) Ar gyfer y system hon, mae gan y Trawsnewidydd Analog-Digidol (TAD) amrediad foltedd mewnbwn o 0 i 4V. [1]

- (i) Sawl lefel foltedd sy'n cael eu darparu gan y TAD?

.....

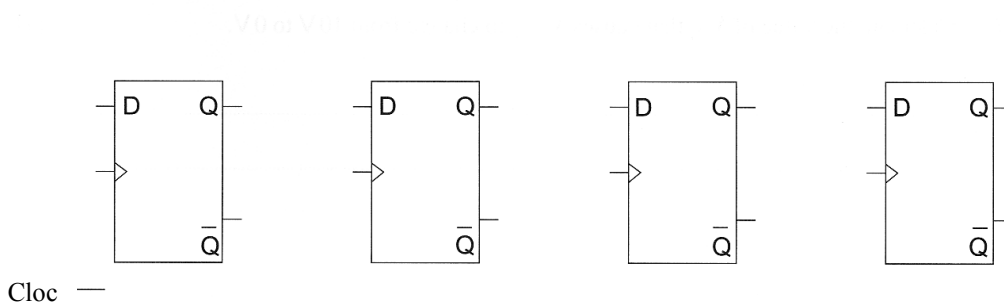
.....

- (ii) Beth yw cydraniad y system?

.....

.....

- (d) Mae derbynnydd PCM angen cofrestr syfliad mewnbwn cyfresol / allbwn paralel (SIPO) sy'n bosibl ei lunio gan ddefnyddio fflip-fflopau Math-D. [2]



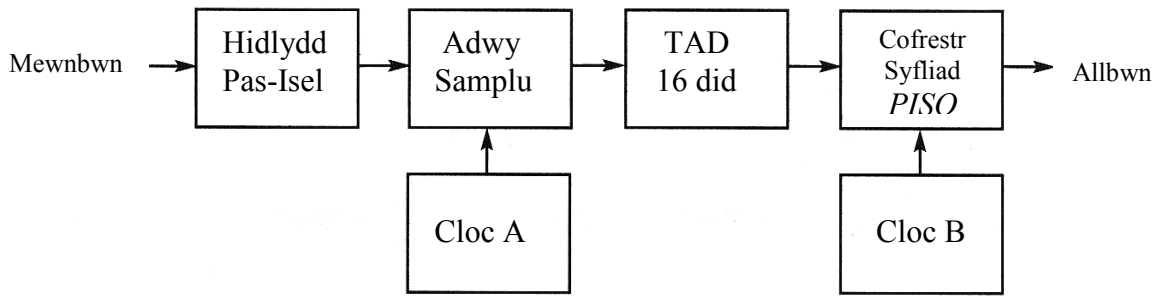
Ar y diagram uchod:

- (i) Lluniwch y cysylltiadau sydd eu hangen i wneud pedwar did cyntaf cofrestr syfliad SIPO. [2]

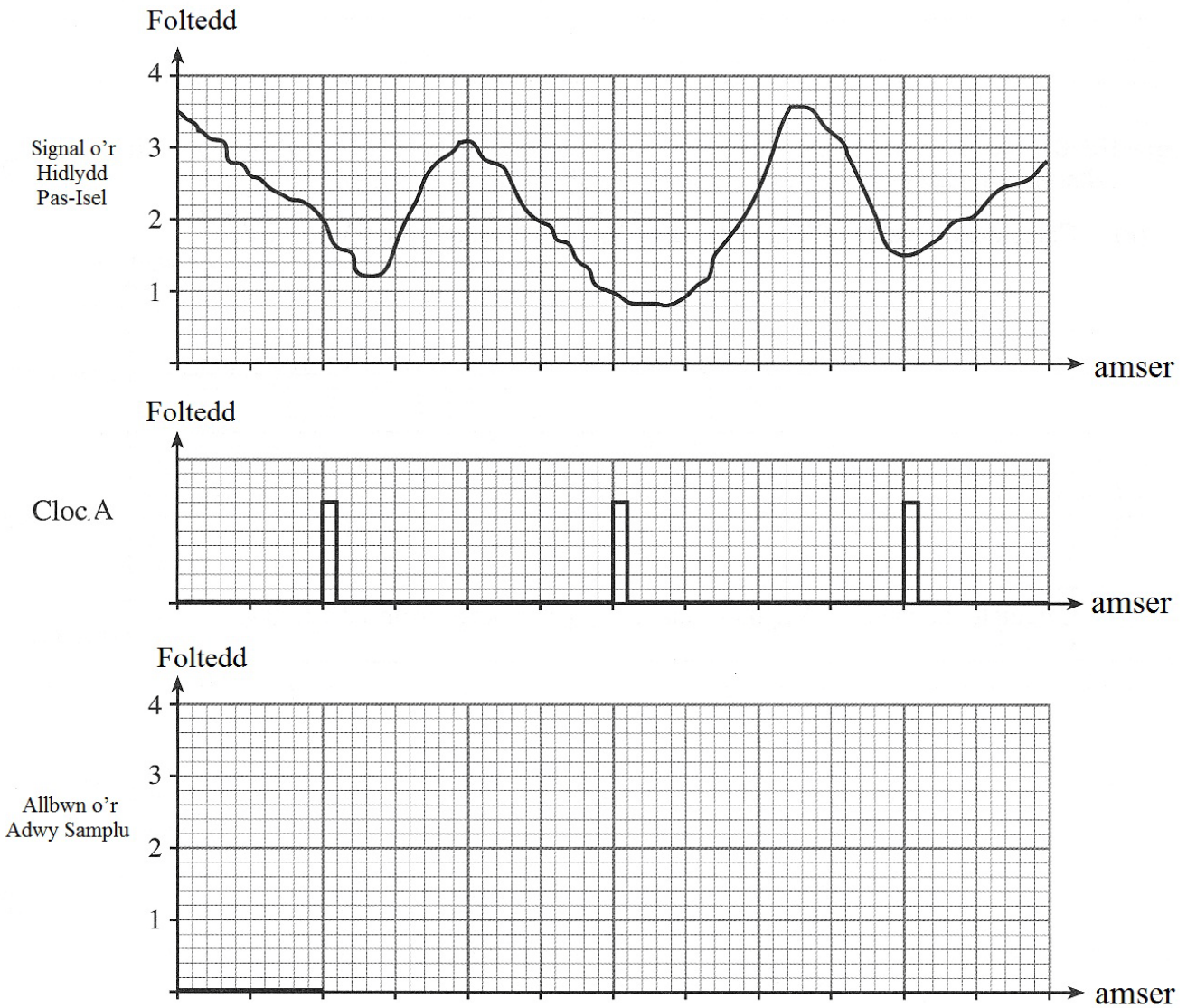
- (ii) nodwch yn eglur ble mae'r signal mewnbwn yn cael ei gysylltu; [1]

- (iii) nodwch yn eglur o ble mae'r signal allbwn yn dod. [1]

6. Mae'r diagram bloc canlynol yn dangos trawsyrrydd Modyliad Cod Curiad (*PCM*).



(a) Isod mae allbwn yr Hidlydd Pas-Isel ac allbwn Cloc A i'w gweld. Cwblhewch y graff i ddangos allbwn yr adwy samplu.

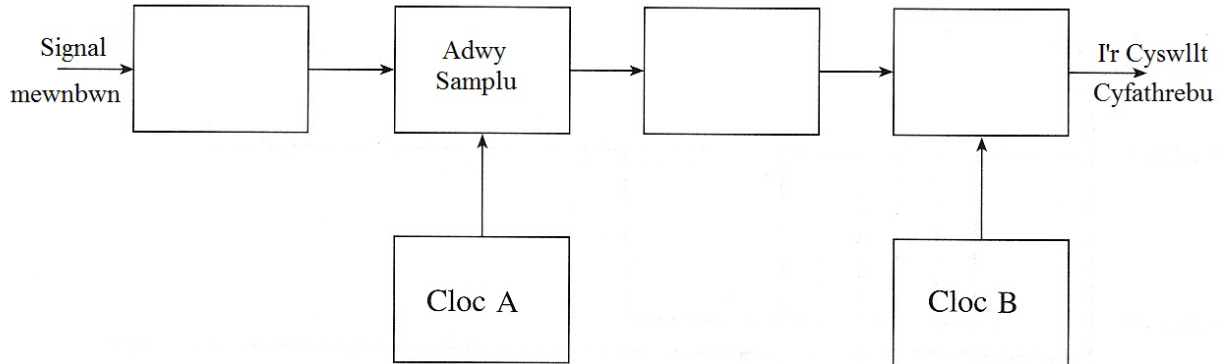


[3]

Testun 4.5.4 – Modyliad Cod Curiad

- (b) Mae'r signal o'r hidlydd pas-isel yn cynnwys amleddau yn yr amrediad 100Hz – 4kHz.
- (i) Beth yw'r berthynas rhwng amrediad amledd y signal mewnbwn a'r amledd samplu lleiaf sydd ei angen i alluogi'r signal o'r hidlydd pas-isel i gael ei ailffurfio yn y derbynydd?
-
- [1]
- (ii) Trwy hyn, beth yw'r amledd lleiaf y mae'n bosibl ei ddefnyddio ar gyfer Cloc A yn y trawsyrrydd hwn?
-
- [1]
- (c) Mae'n rhaid i Gloc B weithredu ar amledd uwch na Cloc A i'r system weithio'n gywir. Esboniwch pam.
-
-
-
-
-
- [1]
- (ch) Mae gan y trawsnewidydd analog-digidol (TAD) 12-did amrediad foltedd mewnbwn o 0-6V.
- (i) Sawl lefel samplu (foltedd) sy'n cael eu darparu gan y TAD?
-
-
- [1]
- (ii) Beth yw cydraniad y system?
-
-
- [1]

7. Mae'r diagram bloc isod yn dangos trawsyrydd system Modyliad Cod Curiad (*PCM*) sy'n cael ei ddefnyddio mewn cyfnewidfa (*exchange*) ffôn.



- (a) Cwblhewch y diagram bloc drwy labelu'r blociau gwag yn gywir. [3]
- (b) Yr amledd uchaf sy'n bresennol yn y signal mewnbwn yw 4kHz. O'r rhestr o amleddau posibl isod, dewiswch ddau amledd a allai gael eu defnyddio ar gyfer cloc A i alluogi'r signal i gael ei ailffurfio heb afluniad.

1.0kHz 1.5kHz 4.0kHz 5.5kHz
7.0kHz 8.5kHz 10.0kHz

Amledd 1:

Amledd 2:

[2]

- (c) Mae'n bosibl cyfuno nifer o systemau *PCM* gan ddefnyddio Amblecsu Rhaniad Amser. Esboniwch beth yw ystyr Amblecsu Rhaniad Amser.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

[2]

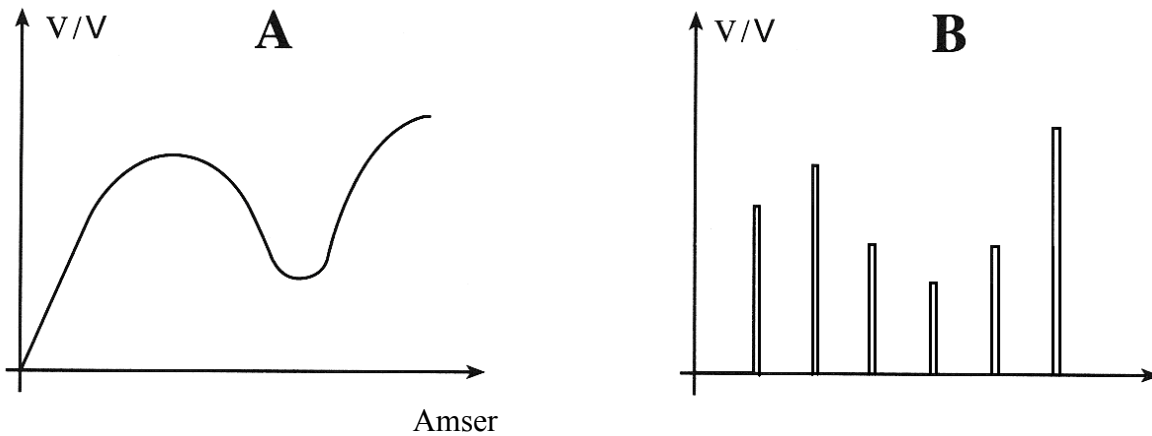
Testun 4.5.4 - Modyliad Cod Curiad

8. Mae derbynnydd system Modyliad Cod Curiad wedi'i lunio o'r is-systemau canlynol:

Cofrestr Syfliad SIPO *Cloc 2MHz* *triger Schmitt*
Hidlydd pas-isel *Trawsnewidydd Digidol - Analog (TDA)*

(a) Lluniwch y bloc diagram ar gyfer y derbynnydd hwn, gan ddefnyddio'r is-systemau hyn yn unig.

(b) Mae'r graffiau canlynol yn dangos allbwn dwy is-system yn y derbynnydd PCM. [2]



(i) Pa is-system sy'n cynhyrchu'r allbwn sydd i'w weld yng Ngraff A?

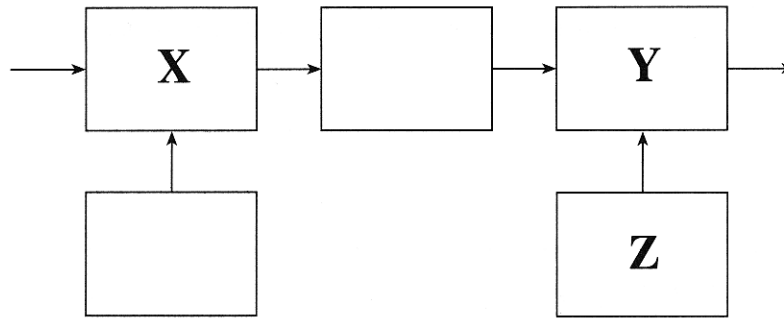
.....

(ii) Pa is-system sy'n cynhyrchu'r allbwn sydd i'w weld yng Ngraff B? [1]

.....

[1]

9. Mae'r diagram bloc yn dangos rhan o drawsyrnydd Modyliad Cod Curiad.



(a) Enwch y blociau sydd wedi'u labelu'n X, Y a Z.

(i) Bloc X =

(ii) Bloc Y =

(iii) Bloc Z =

[3]

(b) Mae gan y TAD allbwn 10-did ac amrediad mewnbwn o 0 – 5.00V.

(i) Cyfrifwch y cydraniad ar gyfer y TAD.

.....
.....
.....

[2]

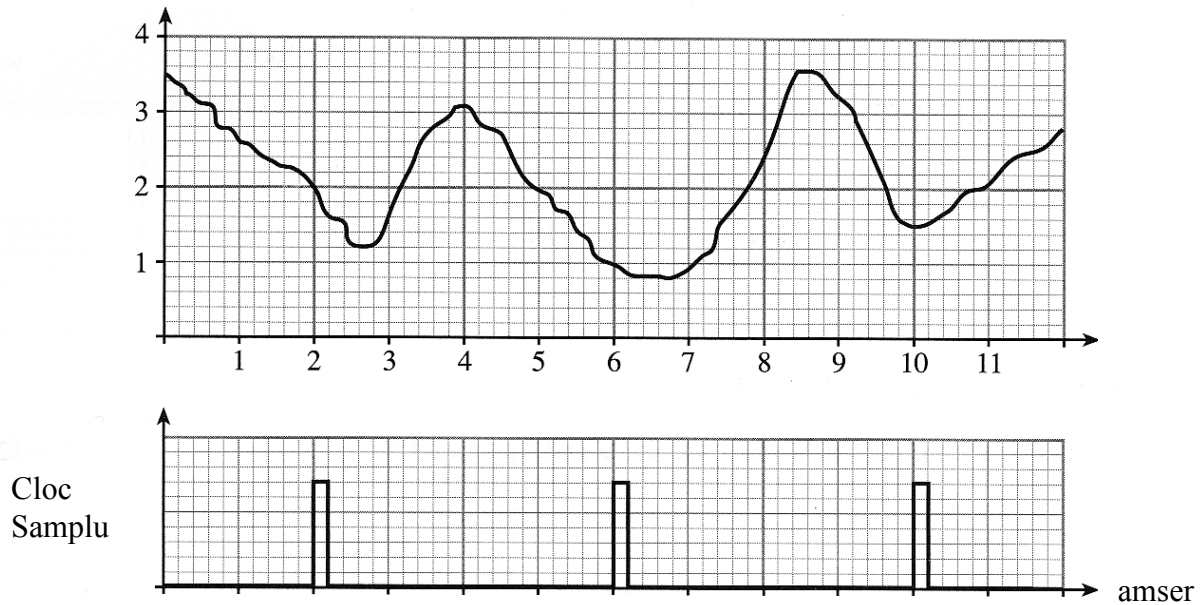
(ii) Mae'r foltedd mewnbwn wedi'i osod ar 2.44V. Beth yw allbwn y TAD?

.....
.....
.....

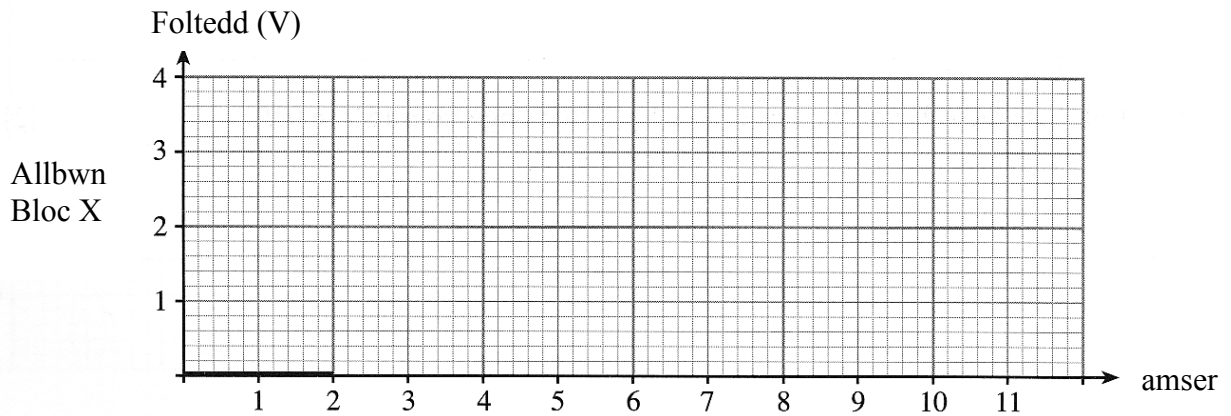
[2]

Testun 4.5.4 - Modyliad Cod Curiad

- (c) Mae'r signal mewnbwn analog sydd i'w weld yn cael ei roi yn y system uchod. Mae signal y cloc samplu hefyd wedi'i ddangos.






Cwblhewch y graff canlynol i ddangos allbwn Bloc X.



[3]

Adolygiad Hunan Arfarnu

Amcanion Dysgu	Fy arfarniad personol o'r amcanion yma:		
			
dadansoddi a llunio graffiau i ddangos technegau modyliad osgled curiad (<i>PAM</i>)			
cysylltu'r amledd samplu sydd ei angen â'r amledd uchaf yn y signal;			
llunio diagram bloc ar gyfer, a disgrifio gweithrediad, system gyfathrebu <i>PCM</i> sy'n cynnwys:			
trawsyrrydd hidlydd pas-isel adwy samplu cloc samplu TAD (<i>ADC</i>) cofrestr syfliad <i>PISO</i> cloc <i>PISO</i>			
derbynnydd triger Schmitt cofrestr syfliad <i>SIPO</i> cloc <i>SIPO</i> TDA (<i>DAC</i>) hidlydd pas-isel			
cysylltu cydraniad â nifer y lefelau samplu, a dewis a defnyddio'r fformiwla: $cydraniad = \frac{\text{amrediad foltedd mewnbwn}}{2^n}$			
disgrifio sut mae'n bosibl defnyddio amblecsu rhaniad amser (<i>TDM</i>) i wella cyswllt cyfathrebu <i>PCM</i> .			

Targedau: 1.

.....

2.

.....