

**Amcanion Dysgu:**

Ar ddiwedd y testun hwn, byddwch yn gallu:

- Cymharu cyfathrebu analog a digidol yn nhermau sŵn, gwanhad ac afluniad.
- Nodi swyddogaeth Trawsnewidyddion Analog-Digidol (*TAD/ADC*) a Thrawsnewidyddion Digidol-Analog (*TDA/DAC*).

## Sŵn, Gwanhad ac Afluniad

Yn nhestunau 4.3.2 & 4.3.3, rydym wedi esbonio sut mae'n bosibl trawsyrru gwybodaeth analog yn uniongyrchol gan fodyliad osgledol neu amleddol ton gario ddi-dor. Yn y testun hwn, byddwn yn ymchwilio pam mae'r diwydiant telegyfathrebu yn gynyddol eisiau trawsyrru'n ddigidol yn hytrach nag analog.

Cyn i ni ddechrau edrych ar sŵn, gwanhad ac afluniad, mae'n bwysig sôn bod nifer o werslyfrau'n cyfeirio at uned fesur sy'n cael ei defnyddio'n aml yn y maes yma o waith telegyfathrebu. Mae'n siŵr eich bod wedi clywed am yr uned hon o'r blaen, sef y **desibel**. Mae'n ffordd o gymharu dau fesur ar raddfa logarithmig. Nid oes angen defnyddio'r uned hon yn y maes llafur yma, ond mae rhai nodiadau ychwanegol wedi eu darparu ar ddiwedd yr adran hon os ydych yn awyddus i wybod mwy am hyn.

### Gwanhad

Mae pob cludydd ymhob llwybr trawsyrru yn dioddef gwanhad; mae hyn yn digwydd beth bynnag yw'r math o fodyliad sy'n cael ei ddefnyddio neu natur y wybodaeth sy'n cael ei chludo.

Ystyr gwanhad yw'r colli pŵer cynyddol sy'n digwydd wrth i signal deithio ar hyd llwybr trawsyrru (e.e. pâr-wifren, cebl cyfechellog, ffibr optig neu'r atmosffer). Mae angen bod yn glir bod y gwanhad yn cynyddu wrth i hyd y llwybr trawsyrru gynyddu.

Mewn pâr-wifren neu gebl cyfechellog sy'n cario signalau trydanol, mae'r gwanhad yn cael ei achosi'n rhannol gan wres sy'n cael ei golli oherwydd ceryntau yng ngwrthiant y cebl, ac yn rhannol gan belydriad sy'n cael ei drawsyrru o'r ceblau. Mae hyn bob amser yn digwydd pan fydd y gwefrau ynddyn nhw'n cyflymu'n gyflym.

Mewn ffibr optig sy'n cario'r signalau golau, mae'r gwanhad yn cael ei achosi'n rhannol wrth i egni golau gael ei amsugno oherwydd amhureddau yn y ffibr.

Mewn darllediadau ton-radio, mae gwanhad y tonnau electromagnetig yn cael ei achosi gan golledion oherwydd ceryntau anwythol yn y Ddaear ac amsugniad yn yr atmosffer a'r ionosffer.

## Sŵn

Mae holl systemau telegyfathrebu modern yn ymwneud â signalau (h.y. folteddau a cheryntau) mewn cylchedau electronig. Ymhob cylched, bydd egni trydanol diangen yn bresennol; bydd hwn yn ychwanegol i'r signal gwybodaeth. Gallai'r egni diangen fod yn dod o'r ffynonellau canlynol:

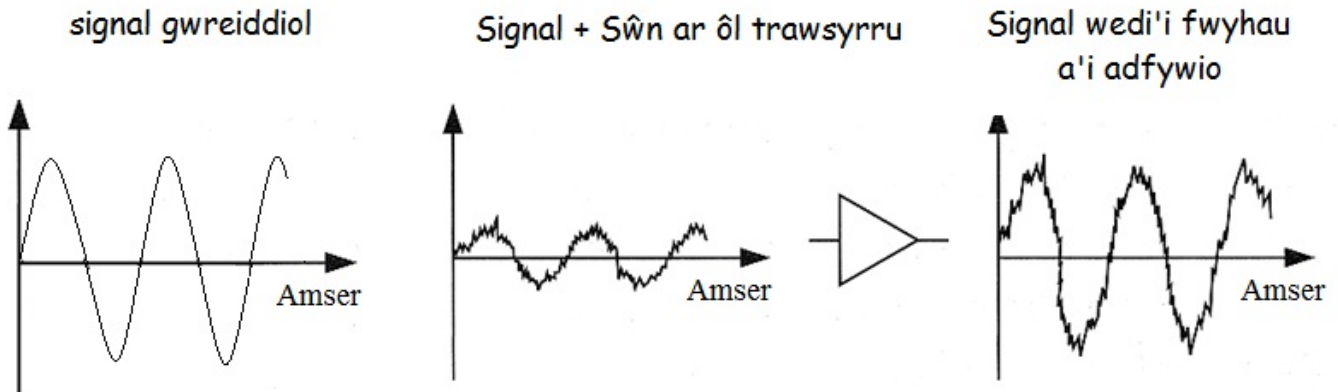
- Mae sŵn gwyn yn bresennol ym mhob cylched drydanol ac mae'n gysylltiedig â'r broses o ddargludiad trydanol drwy'r atomau sy'n dirgrynu ar hap (mae eu mudiant yn cynyddu gyda thymheredd). Mae sŵn gwyn yn ymddangos fel anwadaliad (*fluctuation*) ar hap mewn foltedd neu gerrynt. Mae'n tueddu i gael lefel pŵer cymedrig cyson dros amrediad eang o amleddau.
- Mae croes-siarad yn digwydd pan fydd trawsyriad yn codi peth o'r pŵer sy'n cael ei belydru o drawsryriannau cyfagos (caiff hyn ei alw weithiau'n drawsgysylltu).
- Mae ymyriant yn digwydd pan fydd trawsyriad yn codi pelydriad atmosfferig neu belydriad gwneud (*man-made*), e.e. o'r golau neu beiriannau trydanol neu beiriannau heb eu hatal (*unsuppressed*).

Ym maes telegyfathrebu, maen nhw'n cyfeirio yn gyffredinol at **gyfanswm yr egni diangen** neu bŵer sy'n cael ei ychwanegu at signal fel **sŵn**.

Mae faint o sŵn sydd ar signal fel arfer yn cael ei nodi fel cymhareb, sef y gymhareb signal-i-sŵn. Po fwyaf yw'r gymhareb, gorau yw ansawdd y wybodaeth.

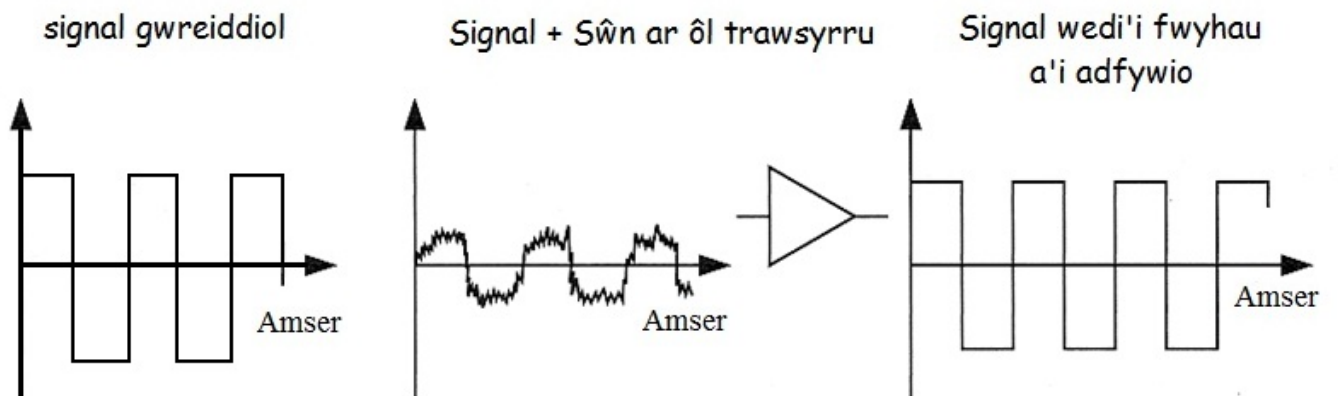
Mwyhad a sŵn

Os yw'r signal mewn cebl yn analog (fel cludydd modyliad osgled (AM) â gwybodaeth Deledu neu wybodaeth ffôn), yna bydd y signalau cyn ac ar ôl y mwyhad yn debyg i'r rhai isod:



Mae'n bosibl gweld bod y sŵn wedi'i fwyhau yn ogystal â'r signal. Mae'r effaith hwn yn gwaethygu gyda mwyhad pellach. Mae'n bosibl defnyddio peth hidlo i leihau effeithiau cronus sŵn; ond er hynny, dyma broblem sylfaenol gyda thrawsyrru analog pellter-hir: mae bob amser yn swllyd.

Er hyn, os yw'r signal yn y cebl yn ddigidol (fel gwybodaeth ffôn fodern wedi'i digido), yna mae'n bosibl gwneud i'r signalau cyn ac ar ôl y mwyhad i edrych fel y rhai isod:



Y rheswm yw bod siâp petryal safonol bob amser i bwls digidol. Mae'n bosibl gweld fan hyn bod y sŵn wedi'i ddileu'n llwyr o'r signal mewnbwn, sydd felly wedi'i **adfywio**.

Mae'r gylched fwyhau, sy'n galluogi hyn i ddigwydd, yn cael ei alw'n **Triger Schmitt**. Byddwn yn edrych arno yn fanwl yn ein testun nesaf 4.5.2 - Adfywio. Mae'n bosibl y byddwch yn dwyn i gof o'ch gwaith yn ET2 bod hwn yn gylched switsio dau gyflwr sydd â phriodwedd ddiddorol. Y briodwedd ddiddorol yw nad yw'r foltedd sydd ei angen i wneud iddo switsio i gyflwr uchel yr un peth â'r foltedd sydd ei angen i wneud iddo switsio i gyflwr isel.

Mae'r gallu hwn i adfywio union gopi o'r signal gwreiddiol yn dangos un o'r rhesymau mwyaf pwysig dros drawsyrro gwybodaeth ar ffurf ddigidol: pa bynnag bellter y caiff ei drawsyrro, neu faint bynnag o gamau mwyhau y bydd yn mynd trwyddynt:

### **Afluniad**

Mae afluniad yn cael ei achosi gan y cydrannau mewn system gyfathrebu. Yn wahanol i sŵn sy'n digwydd ar hap, mae afluniad yn digwydd oherwydd y modd mae cydrannau cylched yn ymateb i'r signal mewnbwn.

### **Amrediad Dynamig**

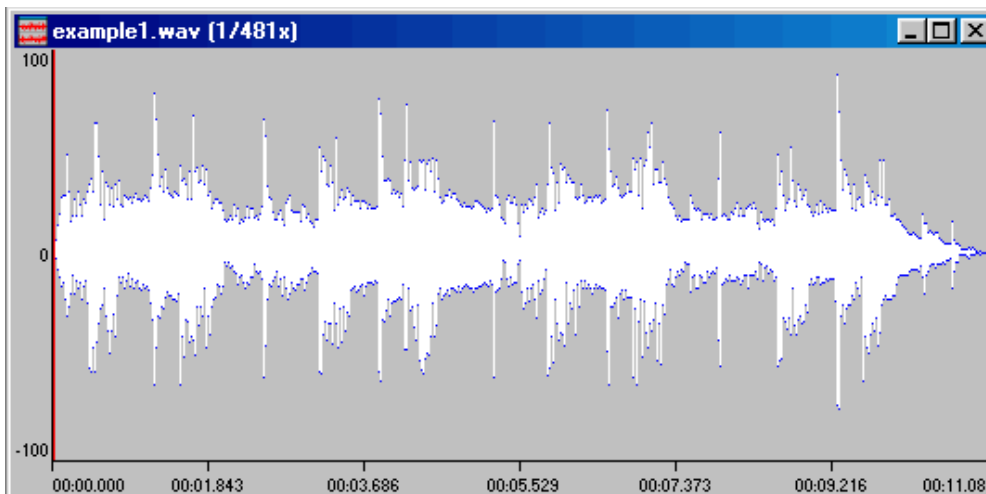
Amrediad dynamig unrhyw system gyfathrebu yw'r pŵer signal mwyaf y gall rhannau amrywiol y system eu goddef heb i afluniad ddigwydd. Er enghraifft, gallai afluniad dynamig ddigwydd:

- i. i'r microffon os yw'n cael ei ddal yn rhy agos at geg y canwr sy'n canu'n uchel iawn.
- ii. ar lefel signal wrth i'r mewnbwn i fwyhadur fod yn rhy uchel.
- iii. i fwyhadur sy'n darparu allbwn signal â phŵer 100W ac wrth fwydo'r signal hwn i mewn i system seinydd 20W. O ganlyniad bydd yn gweithio tu allan i derfyn (*limit*) dyluniad y system seinydd.

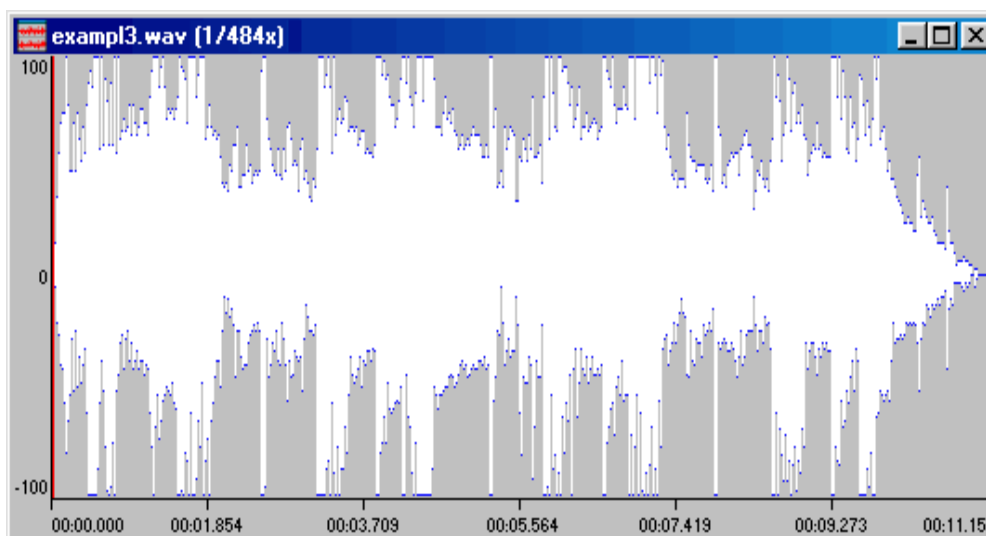
Os yw lefel signal awdio yn rhy uchel i gydran benodol ddelio ag ef, yna caiff rhannau o'r signal eu colli. Mae hyn yn arwain at sŵn cras (*rasping*) ac aflunaidd.

Er mwyn dangos y pwynt hwn, mae'r darluniau isod yn cynrychioli rhai eiliadau o gerddoriaeth sydd wedi'u recordio gan raglen awdio ddigidol. Mae amrediad dynamig mwyaf posibl y signal (yr amrediad o'r rhannau mwyaf tawel i'r rhannau mwyaf uchel) yn cael ei ddangos fel 0 i  $\pm 100$  uned.

Mae'r graffiau canlynol yn dangos signal awdio wedi'i recordio ar ddau gynnydd gwahanol. Os ydych wedi eich cysylltu â'r rhynggrwyd, gallwch wrando ar y sain trwy ddal y fysell <ctrl> a chlicio ar bob graff yn ei dro.



Yn yr enghraifft yma, mae osgled (cryfder / uchder) y signal yn gorwedd yn gyfforddus o fewn yr amrediad uned  $\pm 100$ . Dyma signal a gafodd ei recordio yn dda.



Yn yr ail enghraifft yma, mae'r signal wedi'i fwyhau 250%. Yn yr achos hwn, ni all y cydrannau bellach gymhwyso'r amrediad dynamig, ac mae rhannau mwyaf cryf y signal wedi'u torri i ffwrdd. Dyma ble mae afluniad yn digwydd.

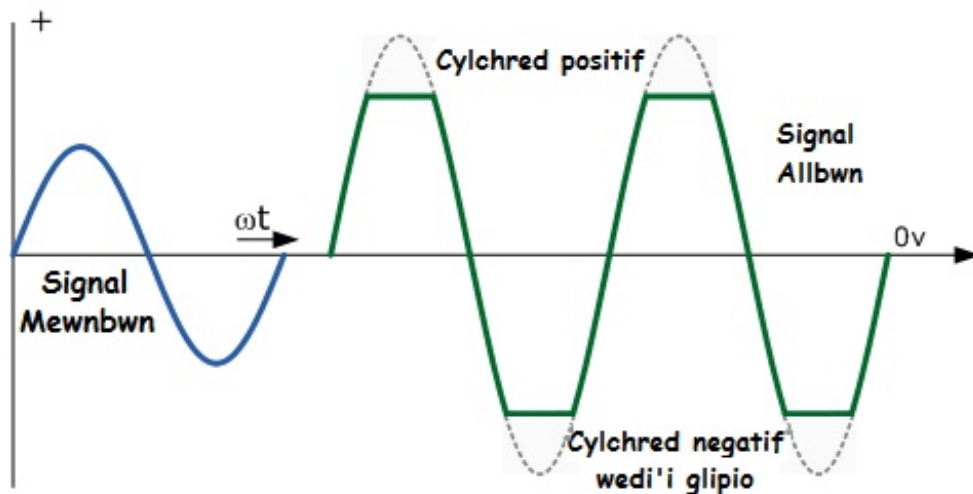
Mae'n bosibl defnyddio'r enghreifftiau hyn fel cydweddiad (*analogy*) am unrhyw signal awdio. Dychmygwch fod y ffenestri uchod yn cynrychioli llwybr drwy gydran mewn system sain, a bod y tonnau'n cynrychioli'r signal sy'n teithio ar hyd y llwybr. Unwaith mae amrediad dynamig mwyaf y gydran wedi'i basio, mae afluniad yn digwydd.

Felly, mae afluniad i ryw raddau yn rhywbeth sy'n bosibl ei ragfynegi, a byddai'n bosibl gwneud rhai pethau i leihau ei effeithiau.

Yn y cwrs yma, rydym am roi sylw i ddwy ffurf ar afluniad yn arbennig, sef afluniad clipio ac afluniad croesi-drosodd.

i. Afluniad Clipio

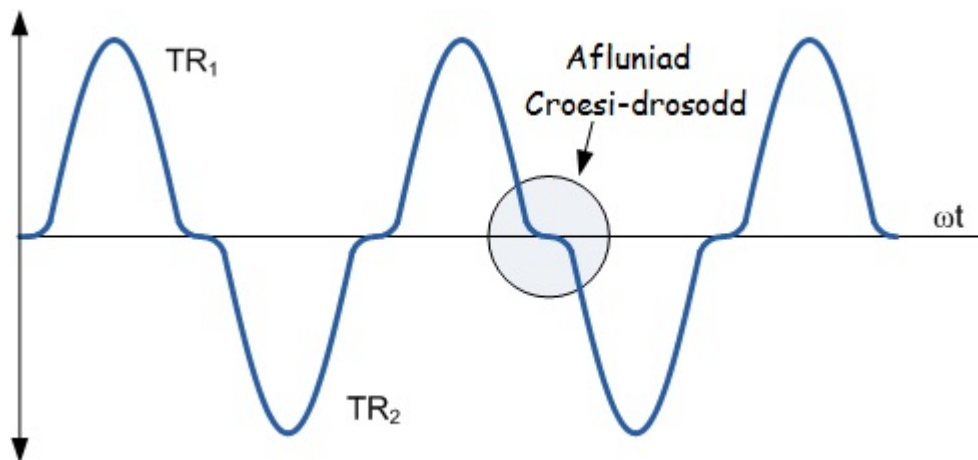
Un o'r mathau mwyaf cyffredin o afluniad yw afluniad clipio a gafodd ei drafod yn gyntaf yn ET1. Dylai'r diagram canlynol eich atgoffa o ystyr afluniad clipio.



Mae'n digwydd pan fydd cynnydd mwyhadur yn rhy uchel i'r signal mewnbwn, sy'n achosi i'r mwyhadur gynhyrchu allbwn dirlawn ar eithafion (*extremes*) y cyflenwad pŵer.

### i. Afluniad Croesi-drosodd

Mae ail ffynhonnell bosibl afluniad yn digwydd gyda mwyhadur transistor sylfaenol o'r enw mwyhadur gwthio-tynnu. Byddwch yn dod ar ei draws ym Modiwl ET5. Mae'r broblem yn codi pan fydd y signal yn achosi'r switsio drosodd rhwng transistorau yn y mwyhadur, gan arwain at ran fflat y graff allbwn o gwmpas y llinell 0V.



Nid yw afluniad yn rhywbeth dymunol o gwbl, a'r unig ffordd o gael gwared ohono yw trwy ddylunio'r holl gylchedau y bydd y signal yn pasio trwyddynt yn hynod o ofalus. Mae pob ymdrech yn cael ei wneud i sicrhau bod lefel yr afluniad yn cael ei gyfyngu mewn systemau darlledu, ond nid yw hynny'n rhwystro'r defnyddiwr rhag codi'r sŵn yn rhy uchel, gan achosi afluniad trwy fwyhau'r signal yn ormodol.

Mae afluniad yn digwydd gyda signalau digidol ac analog. Er hyn, mae'r effaith yn fwy trawiadol ar signalau analog, gan fod gwybodaeth signal analog wedi'i chynnwys yn osgled y tonnau.



## Manteision cyfathrebu digidol

Er i egwyddorion cyfathrebu digidol gael eu datblygu yn 1937 gan Alex Reeves, ni ddechreuodd y diwydiant telegyfathrebu symud i ddigidol hyd yr 1970au. Roedd tri rheswm am yr oedi yma.

- Roedd cylchedwaith (*circuitry*) digidol yn llawer mwy cymhleth na chylchedwaith analog.
- Roedd cylchedwaith digidol cynnar yn ddrud ac yn annibynadwy (ac yn anodd ei gydamseru (*synchronise*)).
- Mae trawsyrru signal ar ffurf ddigidol yn defnyddio lled band mwy nag y byddai ei angen i drawsyrru ar y ffurf analog wreiddiol.

Daeth y newid yn bennaf oherwydd datblygiad cylchedau integredig digidol, ac yn arbennig y microprosesydd gan Intel yn 1971. Pan ddechreuodd y diwydiant electroneg fasgynhyrchu sglodion cost-isel ond soffistigedig, i'w defnyddio gyda throsglwyddo signal digidol, roedd y newid i ddigidol yn sicr o ddigwydd.

## Dyma fanteision trosglwyddo signal digidol:

- Mewn modd tebyg i Fodyliad Amledd (FM), mae gwybodaeth y signal wedi'i lleoli yn y croesi-drosodd rhwng rhesymeg 1 a rhesymeg 0, ac nid yw'n cael ei heffeithio gan newidiadau osgledol.
- Mae modd adfywio signalau digidol yn berffaith.
- Wrth drawsyrru dros bellter hir, nid yw sŵn yn cronni (*accumulate*) ar y signal gyda phob mwyhad.
- Mae'n bosibl ychwanegu codau at y signal digidol i wirio am wallau wrth drawsyrru. (Gweler Testun 4.5.5 - Trawsyrru Anghydamseredig).

Crynodeb o oblygiadau Gwanhad, Sŵn ac Afluniad.

- Mae gwanhad yn digwydd i bob signal ymhob llwybr trawsyrru.
- Mae gwanhad yn achosi i bŵer y signal fynd yn llai ac yn llai.
- Unrhyw egni diangen mewn signal yw sŵn, ac mae'n bresennol ym mhob system electronig.
- Mae angen sawl mwyhad wrth drawsyrro signal dros bellter hir, er mwyn osgoi colli'r signal yn y sŵn.
- Mae gan bob system drawsyrro gymhareb signal-i-sŵn lleiaf.
- Mae trosglwyddo signal digidol yn broses well na throsglwyddo signal analog.
- Mae'n bosibl tynnu sŵn o signalau digidol.
- Nid yw cylchedau digidol yn ddrud bellach. Mae'n bosibl eu rheoli gan gyfrifiaduron, ac maen nhw'n caniatáu nifer fawr iawn o wahanol signalau mewn sianel drawsyrro.

### Trawsnewidiad Analog - Digidol - Analog

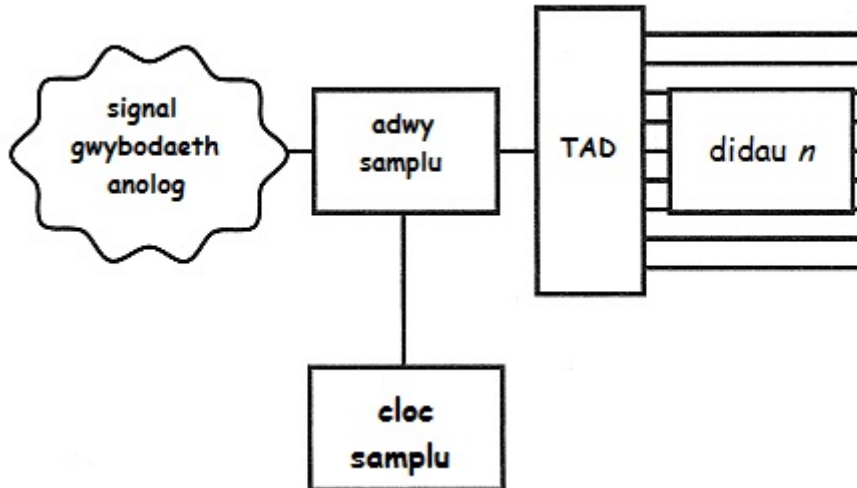
Drwy'r testun hwn, rydym wedi canmol systemau cyfathrebu digidol a sôn gymaint gwell ydyn nhw na systemau analog. Rhaid i ni gofio o ran lleferydd, cerddoriaeth a theledu, bod y signalau gwreiddiol mewn gwirionedd yn rhai analog. Er mwyn gwneud i uchelseinydd atgynhyrchu'r sain wreiddiol, mae'n rhaid ei ddarparu â signal analog. Mae hyn yn codi cwestiwn syml. Os ydym yn dechrau ac yn gorffen gydag analog, ble mae'r digidol yn ffitio? Yn amlwg mae'n rhaid bod rhyw fath o drawsnewid yn digwydd o analog i ddigidol ac yna'n ôl i analog, ond ble'n union mae hyn yn digwydd?

Oherwydd yr holl fanteision a ddaw yn sgil technoleg ddigidol, mae signalau'n cael eu trawsnewid i ddigidol ar yr adeg gynharaf posibl, ac yna'n cael eu trawsnewid yn ôl i analog ar y funud olaf, cyn symud ymlaen i'r mwyhadur pŵer er mwyn eu trosglwyddo i uchelseinydd.

Er mwyn i hyn ddigwydd, mae angen dwy is-system newydd a hanfodol, a byddwch yn trafod union adeiladwaith a dyluniad rhain ym Modiwl ET5. Am y tro, byddwn ond yn ystyried eu swyddogaeth, ac yn eu trin fel blychau du, gan nad oes amser nawr i edrych yn fanwl ar eu hadeiladwaith.

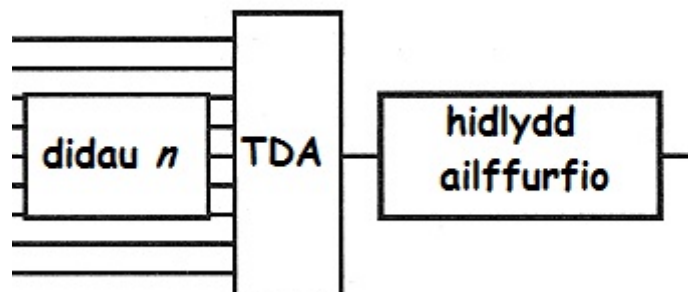
Yr is-system gyntaf sydd ei hangen yw Trawsnewidydd Analog-Digidol neu TAD. Mae'r enw'n awgrymu mai pwrpas yr is-system yma yw newid y signal analog yn un digidol. Caiff hyn ei wneud drwy gymryd sampl o'r donffurf analog, ac yna'i drawsnewid yn god digidol n-did. Gallai fod mor isel â 2-did (ond byddai hon yn system wael iawn) neu'n gymaint â 32-did (a fyddai'n rhoi ansawdd ardderchog), fel y gwelwn pan fyddwn yn edrych ar eu swyddogaeth yn fwy manwl yn Nhestun 4.5.4 Modyliad Cod Curiad.

Mae'r diagram bloc canlynol yn crynhoi swyddogaeth y trawsnewidydd Analog-Digidol.






Mae'r system yn gweithredu'n effeithiol pan fydd y cloc samplu yn rhoi signal uchel iawn; mae gwerth enydaidd (*instantaneous*) y foltedd mewnbwn analog yn cael ei gymryd gan yr adwy samplu. Mae'r TAD wedyn yn trawsnewid hwn i'r signal digidol  $n$ -did yn barod i'w drawsyrnu.

Dylai nawr fod yn glir bod angen i'r gwrthwyneb ddigwydd ar yr ochr dderbyn, a bod angen ail ddyfais i berfformio trawsnewidiad Digidol-Analog (TDA). Mae'r diagram bloc canlynol yn dangos sut mae hyn yn gweithio.



Mae'r signal digidol sy'n dod i mewn yn cael ei fwydo i'r TDA, sy'n cynnwys mwyhadur arbennig a gaiff ei alw'n fwyhadur symio. Mae'n newid y cod digidol yn y mewnbwn i foltedd analog. Mae'r hidlydd yn helpu i lyfnhau'r newidiadau rhwng gwerthoedd bob tro mae'r TDA yn allbynnu foltedd newydd. Fel rydym wedi sôn yn barod, bydd union adeiladwaith y dyfeisiau hyn yn cael sylw ym Modiwl ET5. Byddwn yn trafod gweithrediad rhain yn fwy manwl yn Nhestun 4.3.4 Modyliad Cod Curiad. Mae hyn yn ddigon o wybodaeth am y tro.

Adolygiad Hunan Arfarnu

Amcanion Dysgu	Fy arfarniad personol o'r amcanion yma:		
			
Cymharu cyfathrebu analog a digidol yn nhermau sŵn, gwanhad ac afluniad.			
Nodi swyddogaeth Trawsnewidyddion Analog-Digidol (TAD/ADC) a Thrawsnewidyddion Digidol-Analog (TDA/DAC).			

Targedau: 1. ....

.....

2. ....

.....

### I'r rhai Brwdfrydig

#### Y desibel

Mae'r uned hon yn ddefnyddiol iawn wrth gymharu meintiau corfforol sydd ag amrediad maint enfawr. Er enghraifft, mae eich clust yn gallu canfod arddwysedd sain (h.y. y pŵer fesul ardal uned) sy'n gallu amrywio o tua  $10^{-12} \text{ Wm}^2$  (eich trothwy clywed) i tua  $10 \text{ Wm}^2$  (pan fyddwch yn teimlo poen). Felly, yn lle mesur arddwysedd sain yn ôl ei faint absoliwt (trwy ddweud, er enghraifft, bod cyngerdd yn cynhyrchu  $0.2 \text{ Wm}^2$  yng nghefn y neuadd), rydym yn aml yn cymharu'r arddwysedd sain gyda'n trothwy clywed i fesur cryfder un sain o'i chymharu â sain arall. Felly, sut allech chi gymharu  $0.2 \text{ Wm}^2$  (y cyngerdd) â  $10^{-12} \text{ Wm}^2$  (y sain mwyaf tawel y gallwn ei chlywed)? Wrth dynnu'r ddau arddwysedd, yr ateb fyddai  $0.199\ 999\ 999\ 999 \text{ Wm}^2$ , sy'n amlwg yn rhy ddiflas i'w ystyried. Wrth rannu'r ddau arddwysedd, yr ateb fyddai  $2 \times 10^{11}$  sy'n well, ond eto'n rhif eithriadol o fawr i'w ystyried.

Mae'r desibel (dB) yn gwneud pethau'n haws, o ran gweithio gyda chymariaethau mor fawr. Mae cymhariaeth **desibel** dau fesur  $P_1$  a  $P_2$  yn cael ei diffinio fel 10 gwaith logarithm eu cymhareb: nifer y desibelau (dB)

$$= 10 \log \left( \frac{P_1}{P_2} \right)$$

Nawr, gallwn gymharu arddwysedd sain  $P_1$  a gafodd ei gynhyrchu gan y cyngerdd gyda throthwy clywed  $P_2$ :

$$\text{nifer y dB} = 10 \log \left( \frac{P_1}{P_2} \right) = 10 \log \left( \frac{0.2}{10^{-12}} \right) = 10 \log (2 \times 10^{11}) = 113 \text{ dB}$$

a chawn rif sy'n hawdd ei ddeall.

*Enghreifftiau ag atebion*

1. Wrth i chi wrando ar sgwrs normal, yr arddwysedd sain yn eich clust yw  $4.5 \times 10^7 \text{ Wm}^2$ . Cyfrifwch y gymhariaeth ddesibel gydag arddwysedd trothwy clywed ( $10^{-12} \text{ Wm}^2$ ).

Felly i'r cwestiwn yma  $P_1=4.5 \times 10^7 \text{ Wm}^2$ , a  $P_2=10^{-12} \text{ Wm}^2$ .

$$\text{Nifer y dB} = 10 \log \left( \frac{P_1}{P_2} \right) = 10 \log \left( \frac{4.5 \times 10^7}{10^{-12}} \right) = 10 \log(450000) = 57 \text{ dB}$$

2. Cyfrifwch bŵer yr arddwysedd sain wrth eich clust os 16dB yw'r gymhariaeth i'r trothwy clywed.

Felly i'r cwestiwn yma,  $P_1 = ? \text{ Wm}^2$ , a  $P_2=10^{-12} \text{ Wm}^2$ ,  
nifer y desibelau = 16

$$\text{Nifer y dB} = 10 \log \left( \frac{P_1}{P_2} \right)$$

$$16 = 10 \log \left( \frac{P_1}{10^{-12}} \right)$$

$$\frac{16}{10} = \log \left( \frac{P_1}{10^{-12}} \right)$$

$$1.6 = \log \left( \frac{P_1}{10^{-12}} \right)$$

$$10^{1.6} = \frac{P_1}{10^{-12}}$$

$$39.81 = \frac{P_1}{10^{-12}}$$

$$P_1 = 39.81 \times 10^{-12} = 3.981 \times 10^{-11} \approx 4 \times 10^{-11} \text{ Wm}^2$$

Er bod y desibel wedi cael ei ddyfeisio'n wreiddiol i gymharu seiniau, caiff ei ddefnyddio'n eang ym maes telegyfathrebu i gymharu dau werth pŵer (lle mae pŵer = egni/amser).



Y pwynt pwysig i'w gofio yw nad yw'r desibel yn uned absoliwt. Mae'n 10 gwaith logarithm y *gymhareb* bŵer. Felly nid yw gwneud datganiad fel '70dB yw pŵer y signal' yn golygu dim, oni bai eich bod yn deall ei fod 70 dB uwchben neu o dan lefel pŵer cyfeiriol penodol.

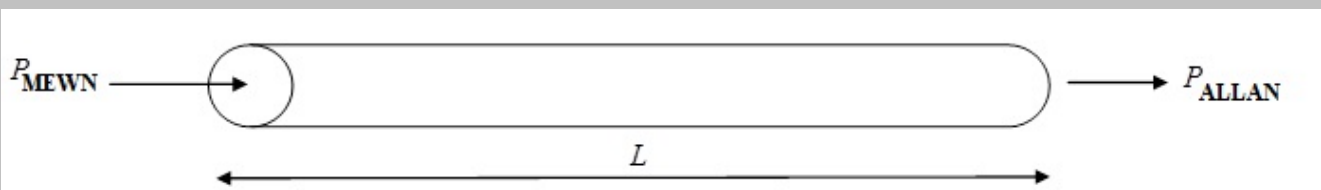
Ym maes telegyfathrebu, maen nhw'n defnyddio 1 mW fel y lefel cyfeiriol hwn. Er enghraifft, pan fydd pŵer sain  $10^4$  yn fwy na'r trothwy, mae'n 40 dB.

### Y desibel ym maes telegyfathrebu

Mae'n bosibl defnyddio'r desibel mewn tri maes pwysig telegyfathrebu. Mae'r desibel yn gwneud cyfrifiadau pŵer signal a phŵer sain yn llai diflas nag y byddent fel arall.

- Gwanhad

Mae'r diagram isod yn dangos cebl a'i hyd  $L$  (gallai fod yn drydanol neu'n ffibr optig). Mae pŵer signal  $P_{MEWN}$  yn cael ei roi i mewn, ac mae signal pŵer llai  $P_{ALLAN}$  yn dod allan ohono.



Mae'n bosibl mynegi cyfanswm gwanhad y signal yn y cebl hwn mewn desibelau fel hyn:

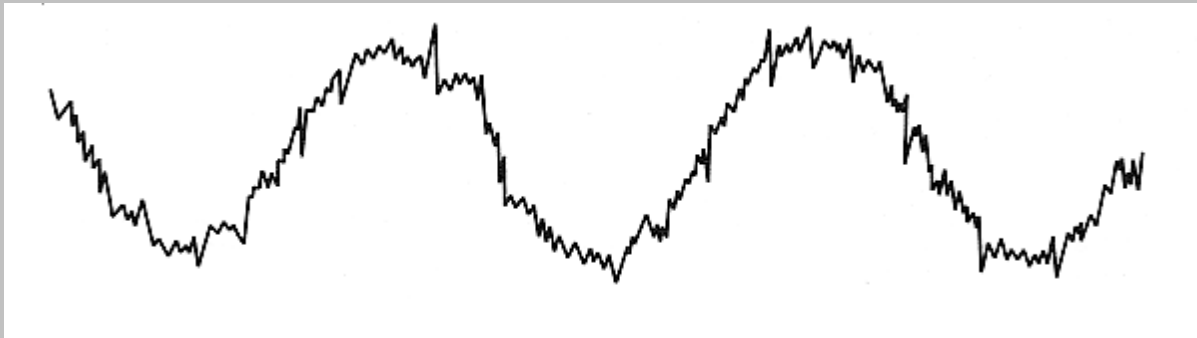
$$\text{cyfanswm gwanhad y signal} = 10 \log \frac{P_{ALLAN}}{P_{MEWN}}$$

Sylwch y bydd hyn yn negatif, gan y bydd  $P_{ALLAN}$  yn llai na  $P_{MEWN}$ . Mae gwanhad signal nodweddiadol y cebl fel rheol yn cael ei fynegi mewn desibelau y cilometr fel hyn:

$$\text{gwanhad signal y cilometr} = \frac{10 \log \frac{P_{ALLAN}}{P_{MEWN}}}{L}$$

Eto, bydd y gwerth yn negatif.

- Cymhareb signal-i-sŵn

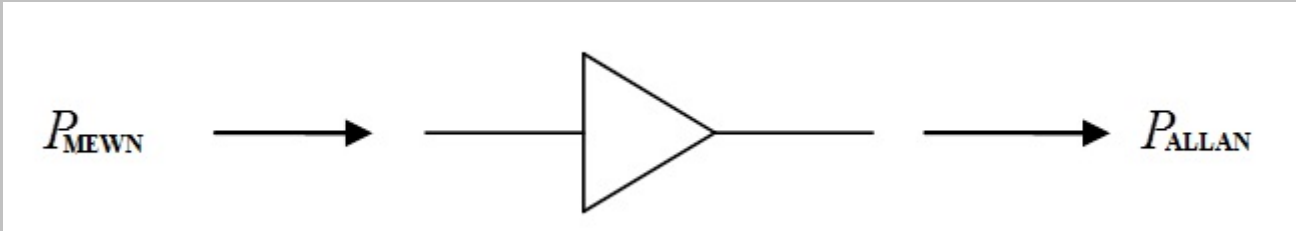


Mae'r diagram uchod yn dangos signal pŵer  $P_{sig}$  ac wedi'i arosod (*superimposed*) arno mae sŵn pŵer  $P_{sŵn}$ . Mae'r gymhareb signal-i-sŵn fel rheol yn cael ei mynegi mewn desibelau fel hyn:

$$\text{cymhareb signal-i-sŵn} = 10 \log \left( \frac{P_{sig}}{P_{sŵn}} \right)$$

Dylai hwn fod yn bositif!

- Cynnydd pŵer mwyhadur

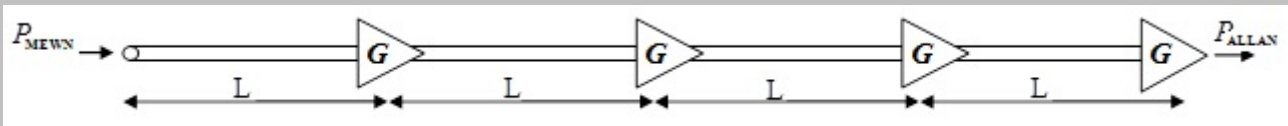


Mae'r diagram uchod yn dangos mwyhadur sy'n derbyn signal mewnbwn bach o bŵer  $P_{MEWN}$  ac sy'n allbynnu signal mwy o bŵer  $P_{ALLAN}$ . Mae cynnydd pŵer y mwyhadur hwn fel rheol yn cael ei fynegi mewn desibelau fel hyn:

$$\text{cynnydd pŵer} = 10 \log \left( \frac{P_{ALLAN}}{P_{MEWN}} \right)$$

Eto, mae disgwyl i'r gwerth fod yn bositif.

Er mwyn defnyddio'r diffiniadau hyn, ystyriwch lwybr trawsyrru signal nodweddiadol, fel sydd i'w weld isod:



Yma, mae signal pŵer  $P_{MEWN}$  yn cael ei roi ar gebl o hyd  $L$  a gwanhad -  $A$  dB/km. Ar ôl teithio pellter  $L$ , mae'r signal sy'n dod allan o'r cebl yn cael ei fwyhau gan fwyhadur gyda chynnydd pŵer  $G$  dB. Yna mae'n cael ei drawsyrru pellter pellach  $L$  cyn cael ei fwyhau eto gan fwyhadur tebyg. Mae hyn yn cael ei ailadrodd dros bellter trawsyrru o  $4L$  fel sydd i'w weld. Nawr rhai cwestiynau - peidiwch â phoeni, mae'r atebion hefyd wedi'u rhoi!

1. Beth yw cyfanswm gwanhad y signal a gaiff ei achosi gan y cebl trawsyrru?

Yr ateb yw :  $-(A \times 4L)$  dB; sylwch ei fod yn negatif.

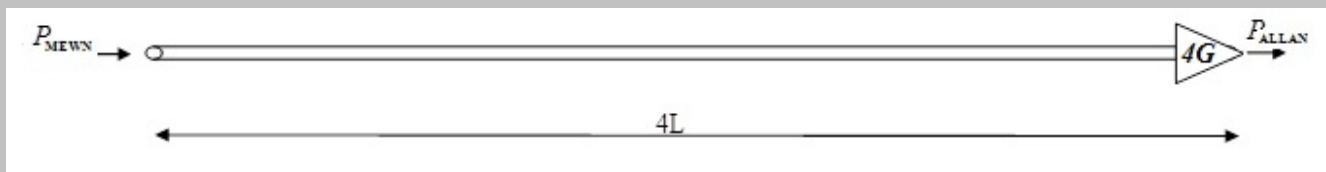
2. Beth fyddai cynnydd pŵer y signal pe bai'n pasio trwy bedwar mwyhadur heb unrhyw wanhad ar hyd y llinell?

Yr ateb yw:  $4G$  dB; bydd yn positif.

3. Beth yw'r newid net ym mhŵer y signal ar ôl y trawsyrru yma, gan ystyried gwanhad?

Yn nhermau lefel desibel, mae'n bosibl dangos bod effeithiau cystadleuol cynnydd mwyhadur a gwanhad yn cael eu tynnu, fel bod y newid net yn lefel pŵer y signal yn hafal i'r desibelau cynnydd minws desibelau'r gwanhad,  $(4G - 4AL)$  dB. Sylwch, pe bai'r cynnydd hwn ond yn gwneud iawn am y golled (h.y.  $4G = 4AL$ ), yna cyfanswm y newid ym mhŵer y signal fydd 0 dB. Nid yw hyn yn golygu signal sero, ond bod y pŵer terfynol allan yr un fath â'r pŵer gwreiddiol i mewn.

4. Pam mae'r cebl trawsyrru wedi'i rannu'n bedair adran, a mwyhadur ar ddiwedd pob un? Pam na allwn ni drawsyrru'r signal heb ymyrryd arno am y pellter cyfan  $4L$ , ac yna cael mwyhadur cynnydd  $4G$  ar ei ddiwedd (mae system o'r fath i'w gweld isod)?



Dyma'r rheswm. Wrth i'r signal deithio ar hyn y cebl, mae gwanhad yn digwydd iddo. Hefyd, mae yna bŵer sŵn yn y llwybr trawsyrru sy'n aros fwy neu lai yn gyson. O ganlyniad, os ydym yn gadael i'r signal deithio heb ymyrryd arno, byddai'n cael ei golli yn y sŵn yn y pen draw. Ar wahân i mewn systemau modyliad anarferol a soffistigedig, ni fyddai wedyn yn bosibl adfer y signal o'r sŵn. Mae rhannu'r system drawsyrru yn adrannau yn galluogi'r mwyhaduron i godi'r signal ymhell uwchben lefel y sŵn.

Ymhob system drawsyrru, mae'n hanfodol osgoi gadael i'r gymhareb signal-i-sŵn fynd yn rhy fach, neu bydd y signal yn cael ei golli yn y sŵn.

Yr enw ar fwyhaduron sy'n torri ceblau pellter hir yw aildrosglwyddydd(ion). Mae'r cebl cyfechellog sydd 13000km o dan y môr, sy'n cysylltu Sydney yn Awstralia a Vancouver yng Nghanada yn cael ei dorri i fyny â 1000 aildrosglwyddydd, h.y. mae yna fwyhadur bob 13 cilometr.

### *Enghreifftiau ag Atebion*

1. Mae signal o 500mW yn cael ei fewnbynnu i gebl gyda gwanhad o 4dB/km. Cyfrifwch bŵer y signal allbwn  $P_{ALLAN}$ , pan fydd yn dod allan ar ôl teithio trwy 12km o'r cebl hwn.

Ateb:

Cyfanswm y gwanhad fydd:  $-4 \times 12dB = -48dB$

Felly

$$gwanhad = 10 \log \left( \frac{P_{ALLAN}}{P_{MEWN}} \right)$$

$$-48 = 10 \log \left( \frac{P_{ALLAN}}{500 \times 10^{-3}} \right)$$

$$-4.8 = \log \left( \frac{P_{ALLAN}}{500 \times 10^{-3}} \right)$$

$$10^{-4.8} = \frac{P_{ALLAN}}{500 \times 10^{-3}}$$

$$1.58 \times 10^{-5} = \frac{P_{ALLAN}}{500 \times 10^{-3}}$$

$$P_{ALLAN} = 1.58 \times 10^{-5} \times 500 \times 10^{-3}$$

$$P_{ALLAN} = 7.9 \times 10^{-6} = 7.9 \mu W$$

2. Mae gan y signal sy'n mynd i mewn i fwyhadur bŵer o  $3.6 \mu W$ , a  $0.48 W$  yw'r signal sy'n gadael y mwyhadur. Cyfrifwch gynnydd pŵer y mwyhadur mewn desibelau.

Ateb:

$$cynnydd \ mewn \ pwer = 10 \log \left( \frac{P_{ALLAN}}{P_{MEWN}} \right)$$

$$= 10 \log \left( \frac{0.48}{3.6 \times 10^{-6}} \right) = 10 \log(133333.33) = 51.24 dB$$

3. Mae gan y signal sy'n dod allan o gebl cyfechellog bŵer o 63mW. Os 22dB yw'r gymhareb signal-i-sŵn, cyfrifwch bŵer y sŵn  $P_{s\hat{w}n}$ , yn y cebl.

Ateb: Y gymhareb signal-i-sŵn = 22dB

Felly

$$signal - i - s\hat{w}n = 10 \log \left( \frac{P_{signal}}{P_{s\hat{w}n}} \right)$$

$$22 = 10 \log \left( \frac{63 \times 10^{-3}}{P_{s\hat{w}n}} \right)$$

$$2.2 = \log \left( \frac{63 \times 10^{-3}}{P_{s\hat{w}n}} \right)$$

$$10^{2.2} = \frac{63 \times 10^{-3}}{P_{s\hat{w}n}}$$

$$P_{s\hat{w}n} = \frac{63 \times 10^{-3}}{10^{2.2}}$$

$$P_{s\hat{w}n} = \frac{63 \times 10^{-3}}{158.49} = 3.98 \times 10^{-4} = 398 \mu W$$

**Ymarfer i Fyfyrrwyr 1**

1. Mae signal 25 mW yn mynd i mewn i system gebl o hyd 150 km. Mae gan y cebl wanhad o  $7 \text{ dB km}^{-1}$ . Mae mwyhaduron sydd â chynnydd 36dB wedi'u lleoli bob 5 km. Cyfrifwch:

a. gyfanswm y pŵer sy'n cael ei golli o'r signal o ganlyniad i deithio trwy'r cebl 150 km;

.....  
.....

b. cyfanswm cynnydd y signal o ganlyniad i basio trwy'r 30 mwyhadur yn y system;

.....  
.....

c. pŵer y signal sy'n dod allan o'r mwyhadur olaf allan o 30, ar ddiwedd y system.

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



### Atebion yr Ymarferion i Fyfyrrwyr

1. a. cyfanswm y pŵer sy'n cael ei golli =  $150 \times 7 = 1050$  dB

b. nifer y mwyhaduron =  $150 \div 5 = 30$

cyfanswm cynnydd y signal =  $30 \times 36 = 1080$  dB

c. pŵer y signal sy'n dod allan o'r mwyhadur olaf allan o 30, ar ddiwedd y system.

Cynnydd cyffredinol =  $1080 - 1050 = 30$ dB

$$Cynnydd = 10 \log \left( \frac{P_{allan}}{P_{mewn}} \right)$$

$$30 = 10 \log \left( \frac{P_{allan}}{25 \times 10^{-3}} \right)$$

$$3 = \log \left( \frac{P_{allan}}{25 \times 10^{-3}} \right)$$

$$10^3 = \frac{P_{allan}}{25 \times 10^{-3}}$$

$$P_{allan} = 10^3 \times 25 \times 10^{-3}$$

$$P_{allan} = 25W$$