

Rhyngwynebu rhwng Cylchedau Digidol ac Analog

Dylai ymgeiswyr fod yn gallu gwneud y canlynol :

- (a) disgrifio gweithrediad gwrthdröydd Schmitt a'r defnydd ohono mewn signalau dadadlamu a gynhrychir gan switshis mecanyddol a synwryddion analog
- (b) cymharu nodweddion transistorau, cymaryddion a gwrthdroyddion Schmitt fel rhyngwynebau rhwng systemau analog a digidol
- (c) dylunio cylchedau rhyngwyneb gan ddefnyddio transistorau npn, MOSFET a chymharyddion i rhyngwynebu synwryddion mewnbwn â'r allbynnau

Rhyngwynebu Mewnbynnau ac Allbynnau

I gwblhau ein hastudiaeth o systemau rhesymeg, mae angen i ni edrych ar sut i ryngwynebu mewnbynnau ac allbynnau'n gywir i systemau rhesymeg. Cafodd cryn dipyn o waith sylfaenol y pwnc hwn ei drafod yng Nghydran 1 Pennod 4, lle edrychon ni ar dransistorau npn, MOSFETs a chymaryddion.

Rhyngwynebu â mewnbynnau

Er mwyn i fewnbwn adwy resymeg gydnabod mai rhesymeg 1 yw'r signal a gweithredu arno, dylai lefel foltedd y signal fod mor agos â phosibl i werth y rheilen gyflenwi positif. Yn yr un modd, er mwyn i'r signal gael ei adnabod fel rhesymeg 0 dylai ei werth fod mor agos â phosibl i 0 V.

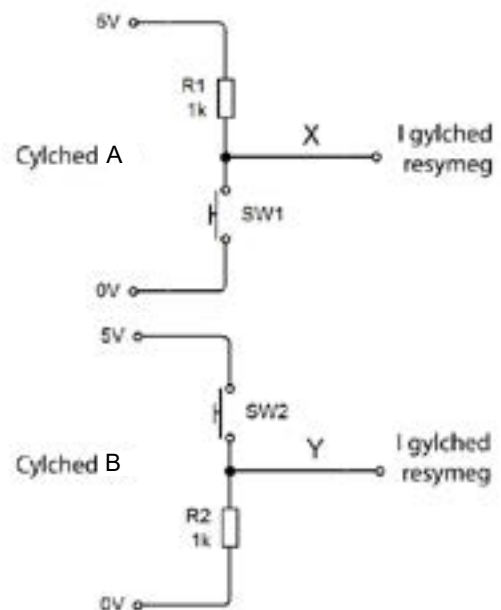
Os bydd y signal mewnbyn yn newid o resymeg 0 i resymeg 1 neu o resymeg 1 i resymeg 0 dylai neidio o'r niall i'r llall mor gyflym â phosibl. Mae hyn yn atal y system resymeg rhag ymddwyn mewn ffordd anrhagweladwy.

Cysylltu Switshis Mecanyddol â System Resymeg

Rydyn ni eisoes wedi ystyried sut i gysylltu switshis mecanyddol â mewnbynnau adwyon rhesymeg gan ddefnyddio gwrthyddion tynnu i fyny a thynnu i lawr yng Nghydran 1 Pennod 6. Mae crynodeb o hyn isod.

Gwrthydd tynnu i fyny

Mae signal allbwn wrth bwynt X fel arfer ar resymeg 1. Mae'n newid i resymeg 0 pan gaiff y switsh ei bwyso.



Gwrthydd tynnu i lawr

Mae signal allbwn wrth bwynt Y fel arfer ar resymeg 0. Mae'n newid i resymeg 1 pan gaiff y switsh ei bwyso.

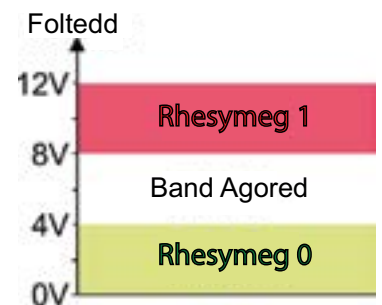
Cysylltu Synwryddion â System Resymeg

Caiff adwyon rhesymeg eu dylunio i adnabod band o folteddau gosodedig fel rhai sy'n cynrychioli rhesymeg 0 a rhesymeg 1. Mae'r bandiau hyn yn benodol i deulu o ICs fel sydd i'w weld yn y tabl canlynol:

	TTL (Cyfres 74)	CMOS (Cyfres 4000)
Foltedd y cyflenwad	5 V ± 0.25 V yn unig	3 V i 18 V
Ystod Rhesymeg 0	0 i 0.8 V	Llai na 30% o foltedd y cyflenwad
Ystod Rhesymeg 1	2.0 i 5.0 V	Mwy na 70% o foltedd y cyflenwad

Mae'r lefelau rhyngol neu'r band o folteddau sy'n is na throthwy rhesymeg 1 ac yn uwch na throthwy rhesymeg 0 yn achosi i'r gylched ymddwyn mewn ffordd anhagwladwy. Weithiau caiff yr ardal hon rhwng bandiau rhesymeg 0 a rhesymeg 1 ei galw'n **fand agored**.

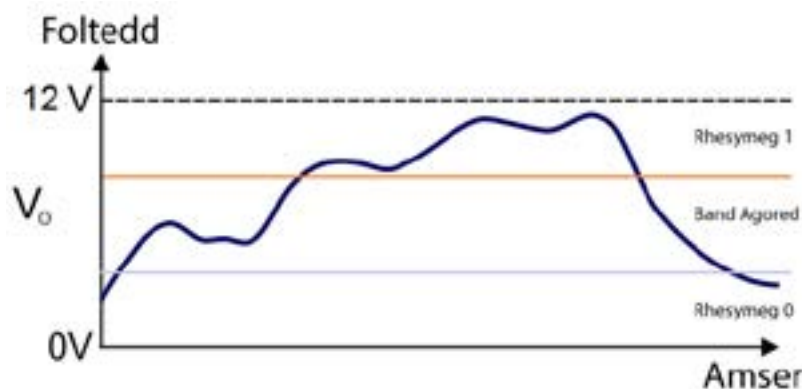
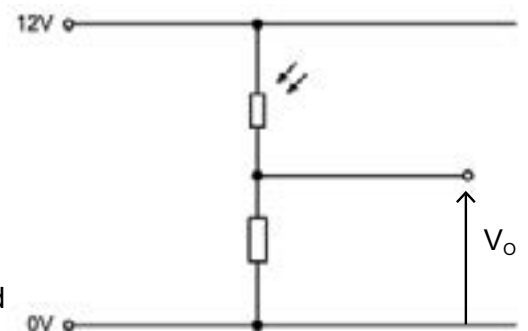
Mae'r diagram ar y dde yn dangos y tri band ar gyfer adwy resymeg CMOS sydd wedi'i chysylltu â chyflenwad pŵer 12 V.



Ystyriwch yr is-system synhwyro golau gyferbyn:

Tybiwch fod lefel y golau yn cynyddu'n raddol dros sawl awr cyn pylu unwaith eto.

I ddechrau mae hyn yn achosi i wrthiant y gwrthydd golau-ddibynnol (LDR) leihau ac i foltedd yr allbwn V_o gynyddu. Pan fydd lefel y golau yn lleihau o'r diwedd, bydd V_o yn lleihau unwaith eto, fel y gwelwch chi yn y graff isod.



Mae adwyon rhesymeg yn gofyn am signalau mewnbwn sy'n newid yn gyflym rhwng cyflyrau rhesymeg. Gallai'r signal analog sydd i'w weld yn y graff aros yn y band agored am gyfnodau hir o amser, gan achosi ymddygiad anhagwladwy a difrod posibl i adwy resymeg y mae'r synhwyrydd yn rhyngwynebu â hi.

Cyflyru Signalau

Rhaid **prosesu** neu **gyflyru**’r signalau hynny sy’n newid yn araf wrth ddod o gylchedau synhwyro analog cyn gallu eu defnyddio’n gywir gydag adwyon rhesymeg.

Gwrthdroyddion Schmitt

Mae gwrthdroyddion Schmitt yn ddelfrydol ar gyfer rhyngwynebu synwryddion mewnbwn â systemau rhesymeg. Maen nhw’n arbennig o ddefnyddiol ar gyfer gwella amseroedd codi drwy drawsnewid signalau analog sy’n newid yn araf yn signalau sy’n newid cyflwr rhesymeg bron ar unwaith. Mantais arall yr eu bod yn anwybyddu newidiadau bach yn y signal sy’n cael ei gynhyrchu gan yr is-system synhwyro.

Gweithrediad gwrthdroydd Schmitt

Mae gan wrthdroyddion cyffredin dim ond un lefel foltedd mewnbwn sy’n achosi newid yng nghyflwr yr allbwn. Yr enw ar y lefel foltedd hon yw'r lefel trothwy. Mae gan wrthdroydd Schmitt yr un wirlen â gwrthdroydd cyffredin, ond mae ganddo ddau drothwy switsio yn lle un.

Mae'r trothwy switsio ar gyfer foltedd mewnbwn sy'n cynyddu yn uwch nag ar gyfer foltedd mewnbwn sy'n gostwng. Mae'r gwerthoedd trothwy gwirioneddol yn amrywio yn ôl y math o wrthdroydd Schmitt.

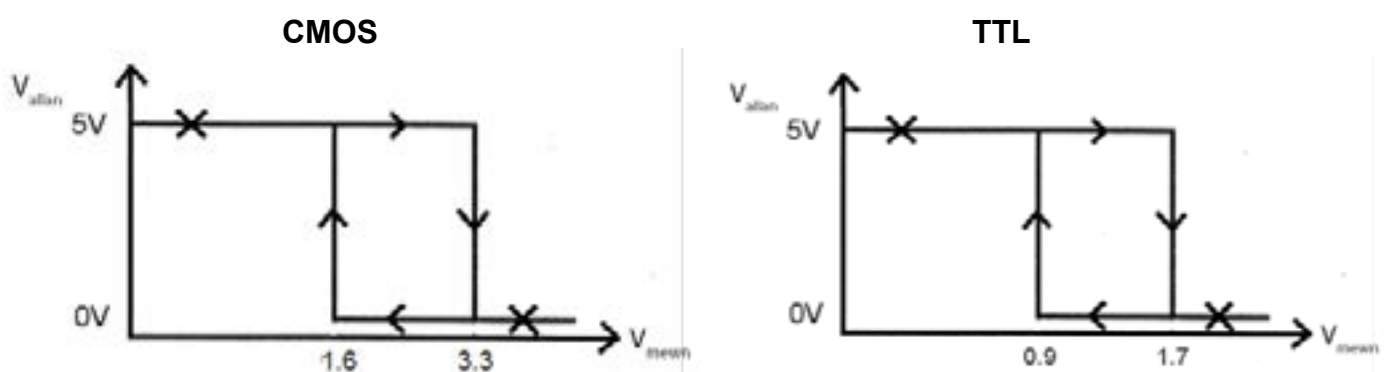
Mae gan wrthdroydd Schmitt CMOS drothwy switsio uchaf (V_{T+}) sydd tua dwy ran o dair o foltedd y cyflenwad ar gyfer foltedd mewnbwn sy'n cynyddu, a throthwy switsio isaf (V_{T-}) sydd tua un rhan o dair o foltedd y cyflenwad ar gyfer foltedd mewnbwn sy'n gostwng. Ar gyfer cyflenwad 5 V byddai hyn yn rhoi trothwyon switsio o tua 3.3 V ac 1.6 V.

Ar gyfer cyflenwad 5 V, mae gan wrthdroydd Schmitt TTL 7414 drothwy switsio uchaf sydd tua 1.7 V a throthwy switsio isaf sydd tua 0.9 V.

Mae hyn yn golygu:

- pan fydd y foltedd mewnbwn yn 0 V bydd yr allbwn ar resymeg 1;
- wrth i'r foltedd mewnbwn gynyddu, mae'r allbwn yn parhau ar resymeg 1 nes i'r foltedd mewnbwn gyrraedd y trothwy uchaf;
- yna, mae'r allbwn yn newid yn sydyn i resymeg 0 ac yn aros yno nes i'r foltedd mewnbwn ostwng o dan y trothwy isaf;
- yna bydd yr allbwn yn newid yn ôl yn sydyn i resymeg 1.

Mae'r graffiau isod yn crynhoi'r math hwn o weithrediad gan wrthdroydd Schmitt sydd wedi'i gysylltu â chyflenwad 5 V.



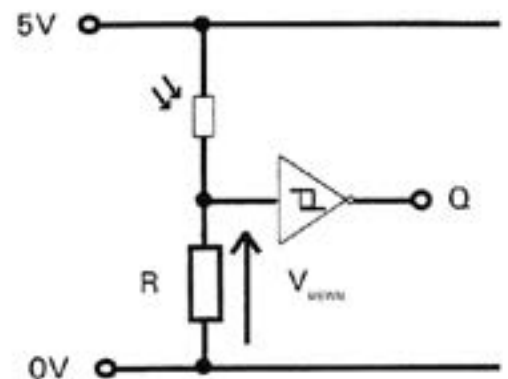
Mae gan y gwrthdröydd Schmitt ddau ddiben:

- (i) Mae'n trawsnewid signal sy'n newid yn araf yn signal sy'n newid yn gyflym pan fydd yn cyrraedd **foltedd trothwy mewnbwn** .
- (ii) Mae'r bwlch neu'r 'band marw' rhwng y trothwy ar gyfer foltedd mewnbwn sy'n codi a foltedd mewnbwn sy'n disgyn yn atal mân newidiadau yn signal y synhwyrdd wrth newid lefel resymeg allbwn yn gyflym ac yn gyson rhwng rhesymeg 0 ac 1.

Gwella amser codi is-system synhwyro

Caiff signal o uned synhwyro golau ei weithredu ar wrthdröydd Schmitt.

- Mewn tywyllwch mae gwrthiant yr LDR yn uchel iawn, mae'r foltedd mewnbwn (V_{MEWN}) bron yn 0 V, ac mae'r allbwn ar resymeg 1.
- Mae V_{MEWN} yn cynyddu'n raddol wrth i lefel y golau gynyddu
- Mae'r allbwn, Q, yn aros ar resymeg 1 nes i V_{MEWN} gyrraedd y trothwy switsio uchaf (V_{T+}).
- Yna, mae'r allbwn yn newid bron ar unwaith i resymeg 0 ac yn aros yno nes i V_{MEWN} ddisgyn i (V_{T-}).
- Yna, mae'r allbwn yn newid bron ar unwaith i resymeg 1.

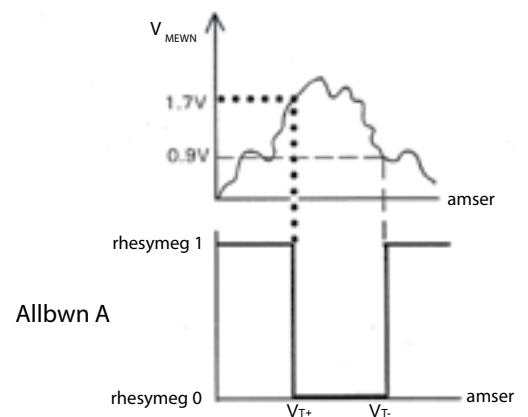


Mae'r graff cyferbyn yn dangos ymddygiad nodweddiadol.

Sylwch ar y newid cyflym rhwng lefelau rhesymeg allbwn, wrth i'r signal mewnbwn gyrraedd y folteddau trothwy.

Mae mân newidiadau yn y foltedd mewnbwn yn cael eu hanwybyddu.

Mae'r gwrthdröydd Schmitt wedi cyflyru'r signal mewnbwn i'w wneud yn addas ar gyfer system resymeg.

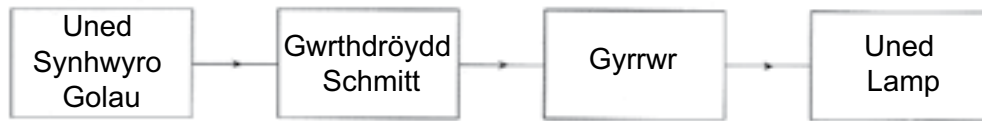


Bydden ni'n gweld canlyniad tebyg pe bai is-system synhwyro tymheredd yn cael ei chyflwyno yn lle'r is-system synhwyro golau.

Byddai'n bosibl defnyddio **cymharydd** i wella amser codi is-system synhwyro ond, oherwydd nad oes band marw, gallai mân newidiadau yn y signal o'r synhwyrdd sy'n agos i'r trothwy switsio wneud i allbwn y cymharydd newid yn gyflym ac yn gyson rhwng rhesymeg 0 ac 1.

Enghraifft 2:

Mae'r diagram bloc yn dangos dyluniad golau diogelwch, sy'n dod ymlaen yn awtomatig ar ôl iddi dywyllu.



a) Beth yw diben y gwrthdröydd Schmitt yn y system hon?

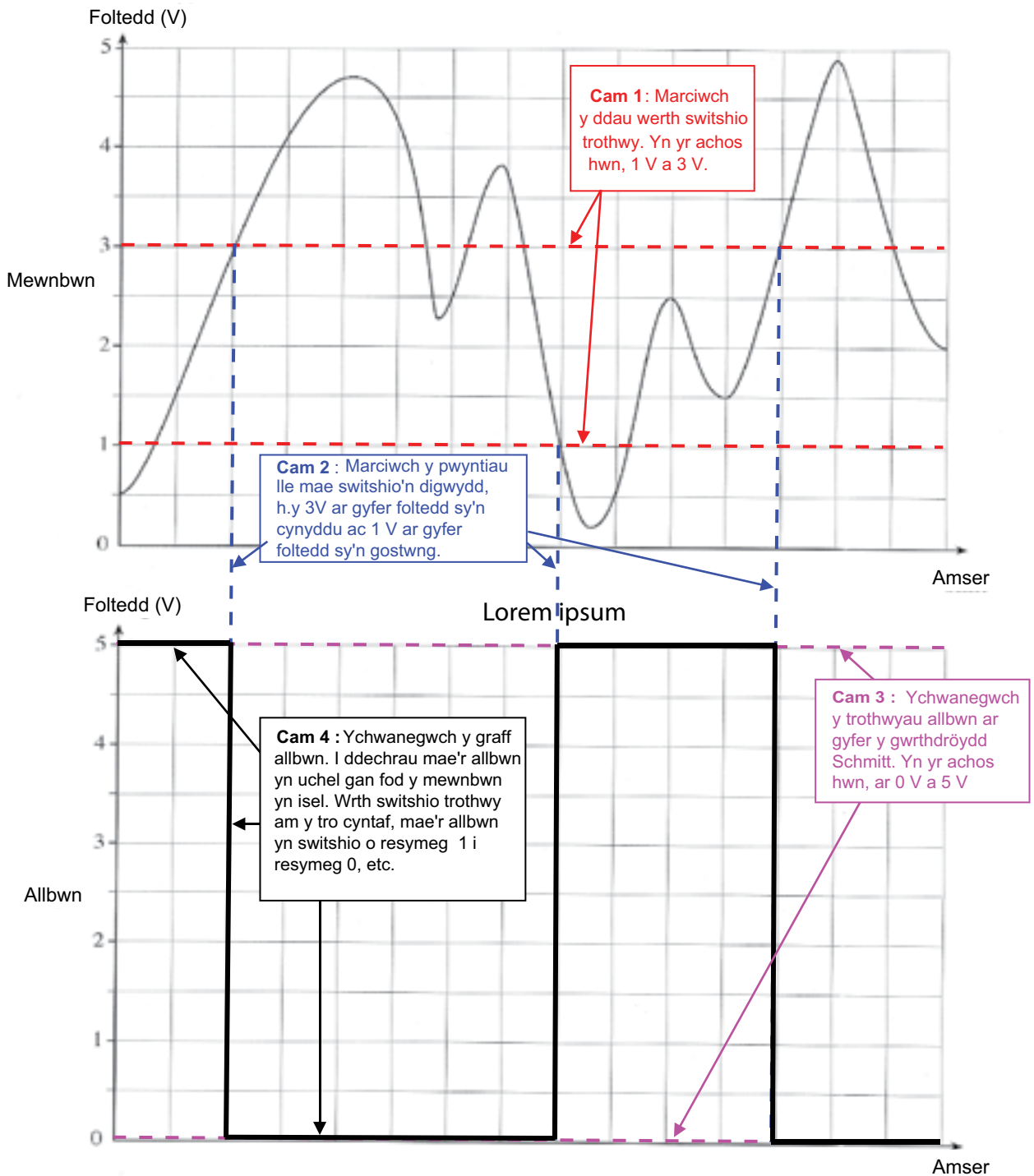
Ateb: Mae'r gwrthdröydd Schmitt yn gweithredu fel rhyngwyneb â lefel golau sy'n newid yn araf, ac mae'n cynhyrchu allbwn sy'n newid yn gyflym pan mae'n cyrraedd lefel trothwy'r golau.

b) Dyma ran o ddalen ddata ar gyfer gwrthdröydd Schmitt:

Pan fydd wedi'i gysylltu â chyflenwad 5V:

- Rhesymeg 0 = 0 V
- Rhesymeg 1 = 5 V
- Mae'r allbwn yn newid o resymeg 1 i resymeg 0 wrth i foltedd mewnbwn **sy'n cynyddu** gyrraedd 3 V
- Mae'r allbwn yn newid o resymeg 0 i resymeg 1 wrth i foltedd mewnbwn **sy'n gostwng** gyrraedd 1 V

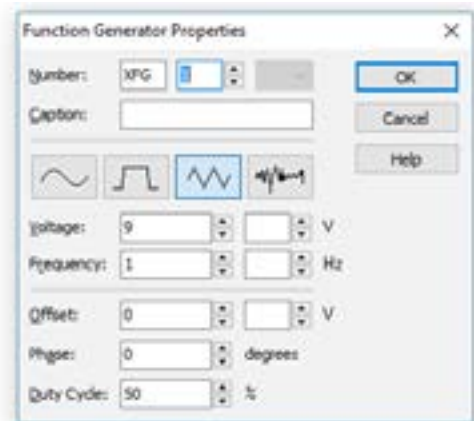
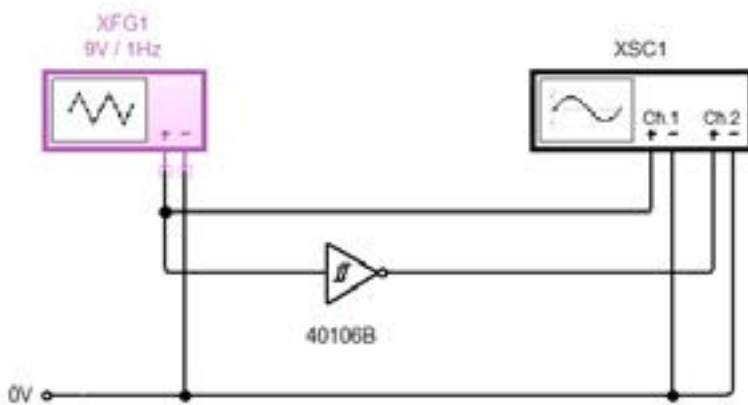
Mae'r signal mewnbwn ar gyfer y gwrthdröydd Schmitt i'w weld isod. Defnyddiwch yr echelinau sydd wedi'u rhoi i luniadu'r signal allbwn sy'n cael ei gynhyrchu gan y gwrthdröydd Schmitt.



Ymchwiliad 3.1

Cydosodwch y gylched ganlynol gan addasu allbwn y generadur ffwythiannau i'r gosodiadau isod er mwyn cynhyrchu ffurfdon drionglog.

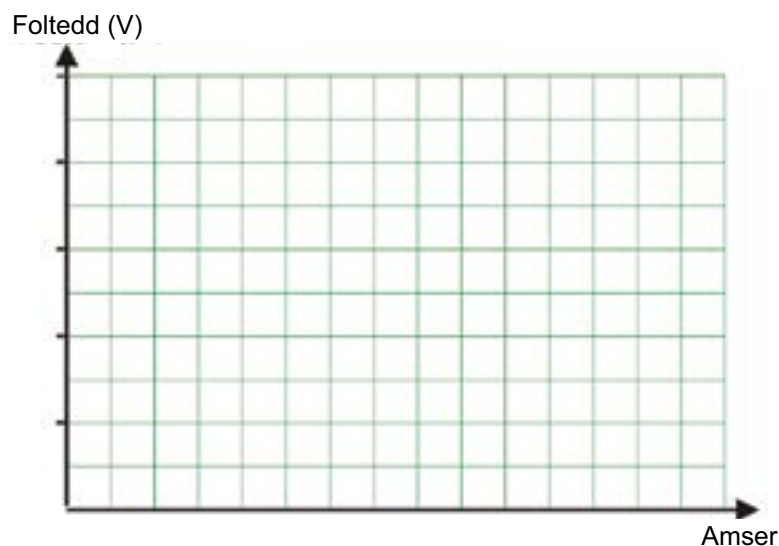
Os ydych chi'n defnyddio Circuit Wizard i gydosod y gylched hon gwnewch yn siŵr eich bod chi'n gosod y foltedd ar gyfer y CMOS 40106 ar 9 V. Ewch i **Project >> Simulation >> Power supply** a gosodwch y foltedd i 9 V.



Gosodwch sail amser yr osgilosgop i 100 ms.

a) Astudiwch ddangosydd yr osgilosgop a darganfyddwch drothwyon switsio'r gwrthdröydd Schmitt.

b) Brasluniwch y ffurfdonau mewnbwn ac allbwn ar y grid graff isod. Labelwch y ddwy echelin â graddfeydd priodol a defnyddiwch liwiau gwahanol i gynrychioli'r ffurfdonau mewnbwn ac allbwn.



Ymarfer 3.1

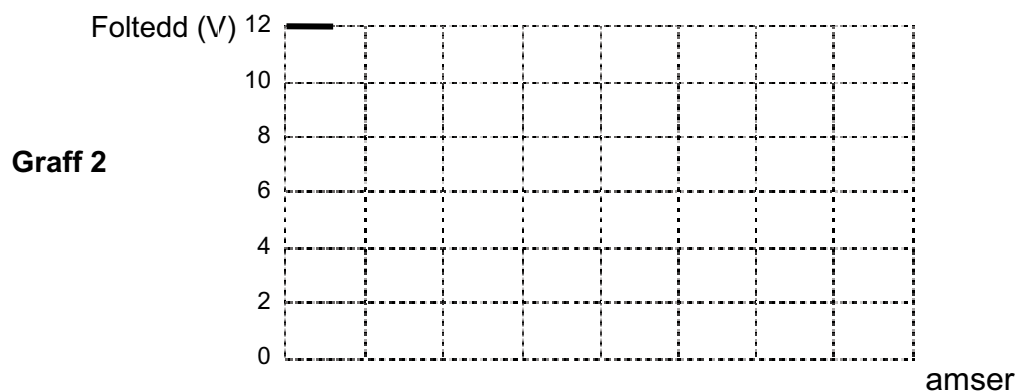
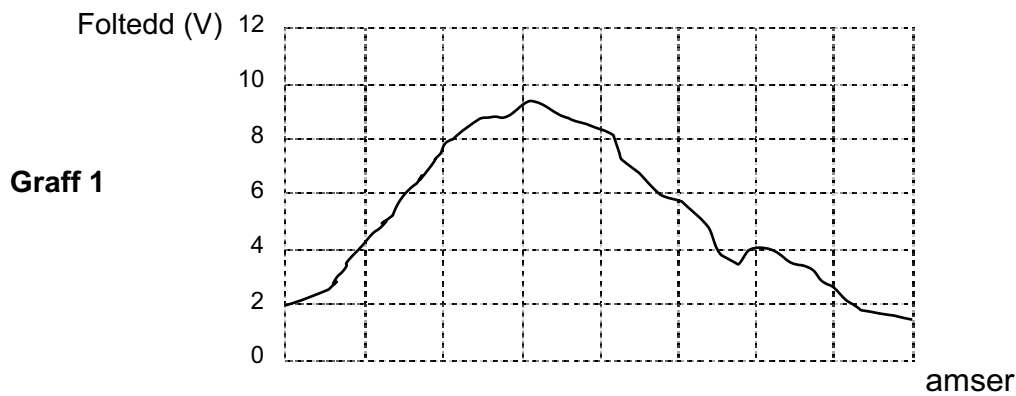
1. Dyma ran o ddalen ddata ar gyfer y gwrthdröydd Schmitt:

Pan fydd wedi'i gysylltu â chyflenwad 12 V:

- Rhesymeg 0 = 0 V
- Rhesymeg 1 = 12 V
- Mae'r allbwn yn newid o resymeg 1 i resymeg 0 wrth i foltedd mewnbwn **sy'n cynyddu** gyrraedd 5 V
- Mae'r allbwn yn newid o resymeg 0 i resymeg 1 wrth i foltedd mewnbwn **sy'n gostwng** gyrraedd 3 V

Mae signal allbwn uned synhwyro tymheredd i'w weld yng **Ngraff 1**.

Cwblhewch **Graff 2** i ddangos y signal sy'n cael ei gynhyrchu yn allbwn y gwrthdröydd Schmitt.



Rhyngwynebu Switshis Mecanyddol â Systemau Rhifo ac Arddangos

Adlam switsh

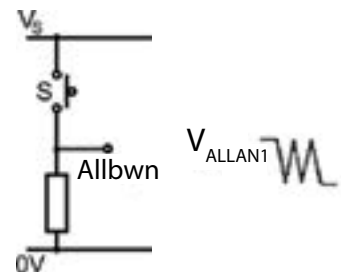
Mae llafnau neu badiau cyswllt switshis mecanyddol a rhai corsen yn tueddu i 'adlamu' wrth gau'r switsh.

Yn syml, mae switsh wedi'i wneud o ddau far metel, sydd wedi'u gwahanu gan aer pan fydd switsh wedi'i droi 'i ffwrdd' ac sy'n cyffwrdd â'i gilydd pan fydd 'ymlaen'.

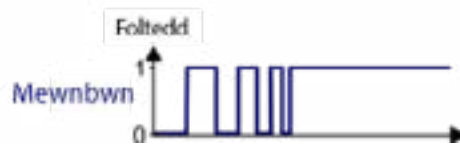


Pan fydd y barrau metel sbringar yn dod i gysylltiad â'i gilydd, maen nhw'n adlamui ffwrdd eto a gallan nhw wneud hynny sawl gwaith.

Pan gaiff y switsh ei gau, mae'r adlamau yn gwneud i'r allbwn newid yn gyflym rhwng rhesymeg 0 a rhesymeg 1 sawl gwaith cyn iddo setlo i lawr. Rydyn ni'n galw hyn yn adlam switsh.



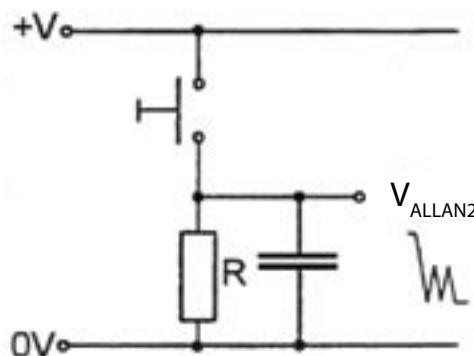
Mae'r graff isod yn dangos canlyniadau adlam switsh ar allbwn uned switsh:



Dydy adlam switsh ddim yn cael fawr ddim effaith ar system sy'n cynnwys adwyon rhesymeg yn unig. Os bydd y system yn cynnwys rhifydd, yna mae adlam switsh yn anffodus iawn. Bydd y rhifydd yn neidio sawl rhif bob tro y caiff y switsh ei bwyso, wrth iddo gyfrif pob un o'r adlamau. Daw'r adlamu hwn i ben fel arfer ymhen ychydig filieiliadau.

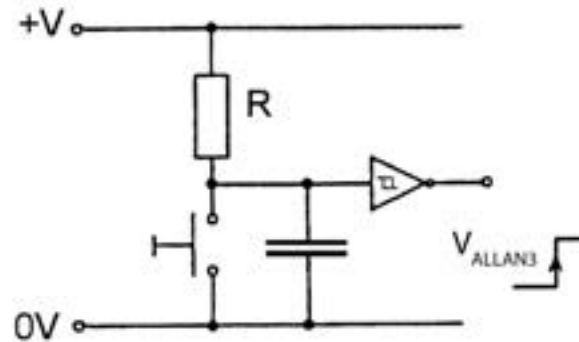
Dadadlamu switsh

Bydd cynhwysydd, wedi'i gysylltu ar draws y switsh, yn lleddfu ond nid yn dileu effaith adlamau'r llafnau cyswllt.



Bydd ychwanegu gwrthdröydd Schmitt yn dileu unrhyw effaith a gaiff adlam switsh ar yr allbwn. Sylwch ein bod ni wedi newid safleoedd y switsh a'r gwrthydd er mwyn cymryd gweithrediad gwrthdroadol y gwrthdröydd Schmitt i ystyriaeth.

Mae'r gwrthdröydd Schmitt yn anwybyddu amrywiadau bach yn V_{ALLAN2} . Rydyn ni'n dweud bod allbwn V_{ALLAN3} wedi 'dadadlamu'.

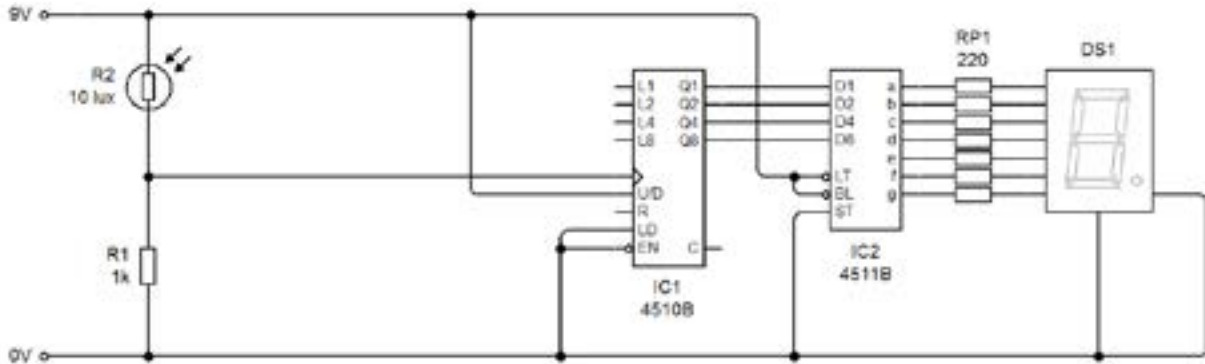


Mae gwerth y cynhwysydd sy'n cael ei ddefnyddio yn dibynnu ar ba mor gyflym rydych chi eisiau cyfrif. Mae gwerth rhwng 1 a 10 μF yn gweithio'n dda ar gyfer y rhan fwyaf o gymwysiadau.

Ymchwiliad 3.2

1. Cysylltu synhwyrdd golau â system gyfrif

a) Cydosodwch y gylched isod, sy'n cael ei defnyddio i gyfrif nifer y bobl sy'n mynd ar reid mewn ffair. Caiff paladr golau ei dorri wrth i rywun gerdded drwyddo.

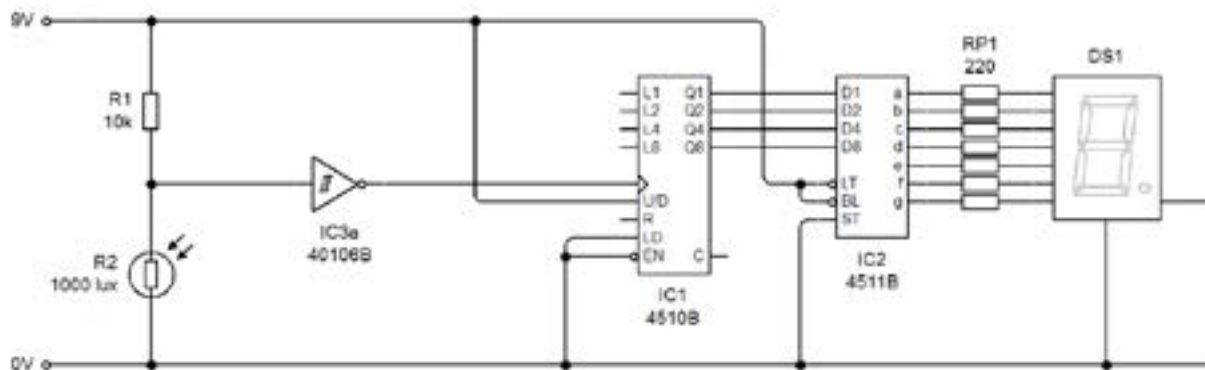


b) Nodwch pa mor dda mae'r system yn gweithio wrth i lefel y golau sy'n disgyn ar yr LDR newid. Ceisiwch newid lefel y golau yn araf ac yn gyflym.

.....

.....

c) Dylech chi fod wedi gweld bod y system dim ond yn cyfrif pan fydd lefel y golau yn newid yn gyflym iawn. Addaswch y gylched fel yn y diagram isod:



ch) A yw'r system yn perfformio'n well? Rhowch reswm dros unrhyw newid.

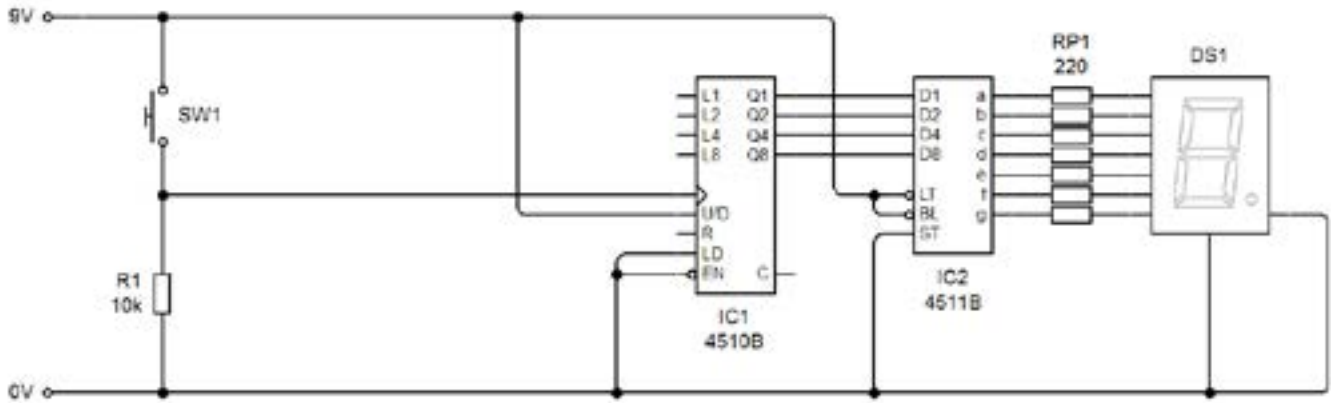
.....

.....

2. Adlam switsh

Os ydych yn paratoi'r gylched hon ar Circuit Wizard ewch i **Project >> Simulation** a chlicio ar >> **Bounce**.

a) Cydosodwch y system gyfrif ganlynol.



b) Pwyswch switsh SW1 sawl gwaith. Mae'n debyg y cewch chi ganlyniad annisgwyl. Allwch chi roi rheswm pam?

.....

.....

c) Ychwanegwch gylched ddadadlamu at y mewnbwn gan ddefnyddio cynhwysydd 10 μ F a gwrthdröydd Schmitt 40106. (Bydd hefyd angen i chi wneud un newid arall i'r gylched.) Nodwch pa mor gywir yw'r cyfrif.

.....

ch) A yw newid gwerth y cynhwysydd i 1 μ F yn cael unrhyw effaith?

.....

Rhyngwynebu rhwng Systemau Rhesymeg ac Allbynnau

Gall adwyon rhesymeg ddarparu cerrynt allbwn o ychydig filiampau yn unig pan fydd yr allbwn ar resymeg 1. Os bydd y cerrynt allbwn yn cynyddu'n fwy na hyn, bydd y foltedd allbwn yn disgyn. Y mwyaf yw gwerth y cerrynt allbwn y lleiaf yw'r foltedd allbwn. (Mae'r effaith hon yn debyg i lwytho cylched rhannydd foltedd y gwnaethon ni ei ystyried yng Nghydran 1 Pennod 3.)

Allbynnau sydd wedi'u cysylltu'n uniongyrchol

Gall dyfeisiau allbynnu sy'n gofyn am gerrynt o tua 10 mA neu lai gael eu cysylltu'n uniongyrchol ag allbwn TTL. Mae'r gwerth hwn yn gostwng i tua 5 mA ar gyfer allbwn CMOS. Mae hyn yn cyfyngu allbynnau uniongyrchol gysylltiedig i LEDs a swnwyr pŵer isel.

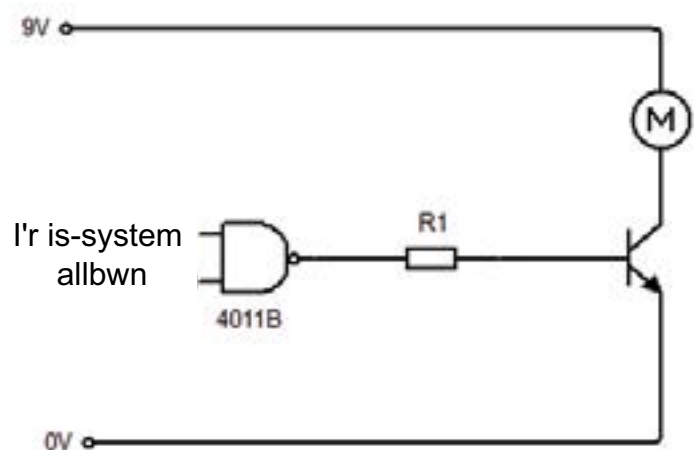
Cysylltu adwyon rhesymeg â llwythi mwy

Gall dyfeisiau allbynnu sy'n gofyn am gerrynt o fwy na 10 mA gael eu rhyngwynebu â system resymeg drwy ddefnyddio transistor neu MOSFET.

Enghraifft 1:

- Gall yr adwy NIAC ddarparu cerrynt o 5 mA pan fydd ei foltedd allbwn yn 7 V.
- Mae gan y modur gerrynt cyfraddedig o 240 mA

Mae'r transistor newydd wedi'i brin ddirlenwi pan fydd ei foltedd mewnbwn yn 7 V.



- a) Cyfrifwch werth R1 a fydd yn cyfyngu cerrynt y sail i 5 mA.

Datrysiad:

Gostyngiad mewn foltedd ar draws R1:

$$R1 = 7 - 0.7 = 6.3 \text{ V}$$

Gwerth R1:

$$R1 = \frac{V}{I} = \frac{6.3 \text{ V}}{5 \text{ mA}} = 1.26 \text{ K}\Omega$$

- b) Cyfrifwch werth h_{FE} y transistor er mwyn galluogi'r modur i weithio ar ei gerrynt cyfraddedig.

$$h_{FE} = \frac{I_C}{I_B} = \frac{240}{5} = 48$$

Mae MOSFET yn ddefnyddiol iawn i ryngwynebu adwyon rhesymeg CMOS â CU pŵer uchel, gan ei fod yn gweithredu ar sail foltedd a does dim angen braidd dim cerrynt adwy iddo droi ymlaen.

Enghraifft 2:

Caiff system adwyon ei defnyddio i reoli solenoid. Mae'r solenoid yn 9 V, 5 A ac mae gan y MOSFET werth o $g_M = 1.25 \text{ S}$.

Cyfrifwch foltedd allbwn lleiaf y system resymeg er mwyn i'r solenoid weithio ar ei gerrynt cyfradeddig.

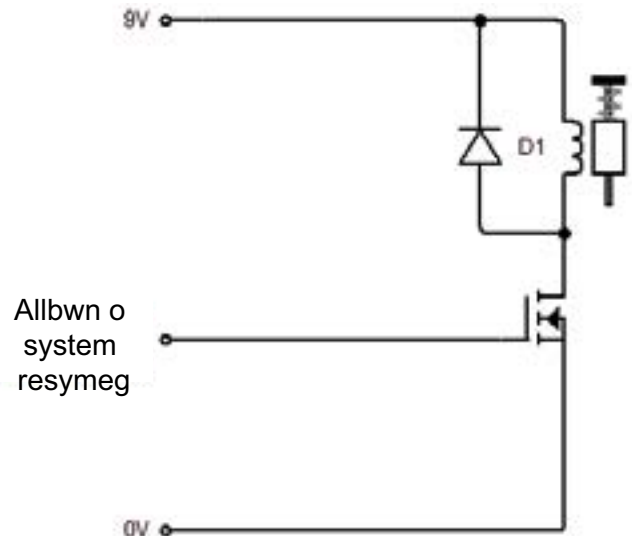
$$I_D = g_M(V_{GS} - 3)$$

$$5 = 1.25(V_{GS} - 3)$$

$$\frac{5}{1.25} = V_{GS} - 3$$

$$4 = V_{GS} - 3$$

$$V_{GS} = 4 + 3 = 7 \text{ V}$$



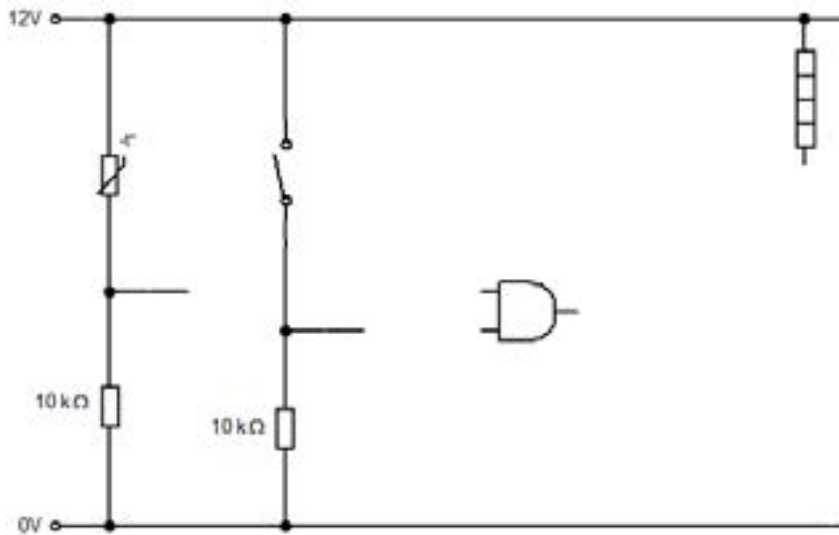
Noder:

- Petai rhyngwyneb transistor yn cael ei ddefnyddio ar gyfer y cymhwysiad hwn byddai angen cyfraddiad cerrynt casglu o 5 A arno ynghyd â chynnydd mewn cerrynt (h_{FE}) sy'n cyfateb i $5 \text{ A} / 10 \text{ mA} = 500$.
- Mae bron yn amhosibl cael transistor â'r ddau baramedr hyn. Mae'r MOSFET yn goresgyn y broblem hon.

Ymarfer 3.2

1. Mae angen gwresogydd ar dŷ gwydr bach. Dylai'r gwresogydd 12 V, 6 A ddod ymlaen dim ond pan gaiff meistr-switsh ei gau a phan fydd y tymheredd yn gostwng o dan werth penodol.

a) Cwblhewch y diagram cylched ar gyfer y system drwy ychwanegu cydrannau a chysylltiadau ychwanegol.

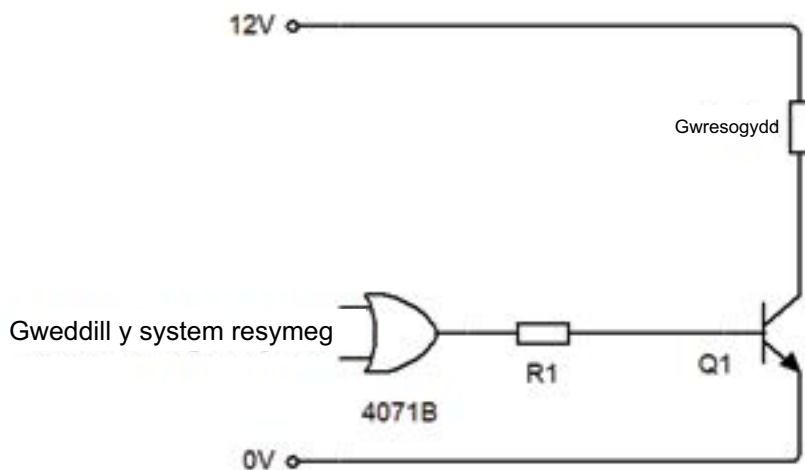


b) Rhowch reswm dros ddewis y cydrannau ychwanegol.

.....

.....

2. Daw allbwn terfynol system resymeg o adwy NEU ac mae'n defnyddio transistor i yrru gwresogydd pŵer uchel fel sydd i'w weld yn y diagram cylched isod:



- Gall yr adwy NEU ddarparu cerrynt allbwn mwyaf o 4.5 mA pan fydd ei foltedd allbwn yn 11 V.
- Mae gan y gwresogydd gerrynt cyfraddedig o 3.6 A.

Mae'r transistor prin wedi'i ddirlenwi pan fydd ei foltedd mewnbwn yn 11 V.

a) Cyfrifwch werth R1 a fydd yn cyfyngu cerrynt y sail i 4.5 mA.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

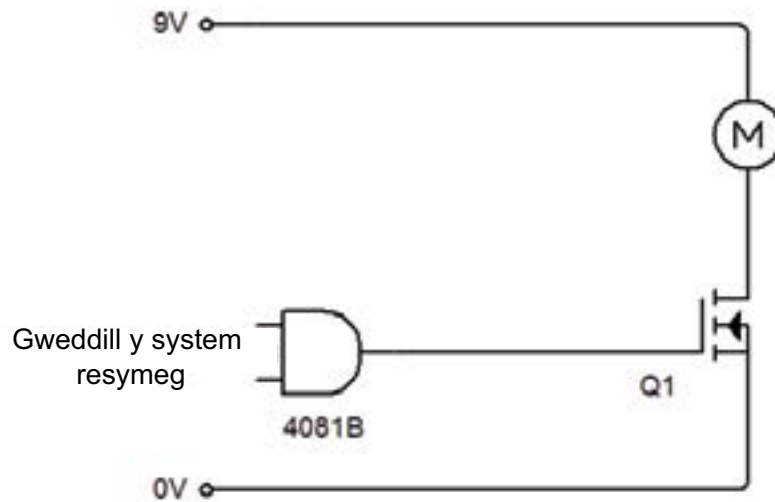
b) Cyfrifwch werth h_{FE} er mwyn galluogi'r modur i weithio ar ei gerrynt cyfraddedig.

.....

.....

.....

3. Mae system resymeg yn cael ei ddefnyddio i reoli modur.



Mae'r modur yn 9 V, 8 A ac mae gan y MOSFET werth o $g_M = 1.6 \text{ S}$.

a) Cyfrifwch foltedd allbwn lleiaf y system resymeg er mwyn i'r solenoid weithio ar ei gerrynt cyfraddedig.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

b) Ychwanegwch gydran at y gylched er mwyn diogelu'r transistor rhag folteddau cildro uchel.