

Beth yw dyfais bwysicaf y can mlynedd diwethaf?

Mae yna sawl posibilrwydd i ateb y cwestiwn hwn, er enghraifft radio, teledu, y rhyngwrwyd, cyfrifiaduron, argraffyddion 3D, camerâu digidol a ffonau symudol. Maent i gyd wedi cael effaith fawr ar ein bywydau. Byddai rhai'n dadlau taw ffonau symudol heddiw, sy'n gallu cysylltu â'r rhyngwrwyd a thynnu lluniau ardderchog a'u hanfon mewn neges destun neu e-bost at rywun ar ochr arall y byd mewn ychydig eiliadau, yw'r ddyfais bwysicaf.

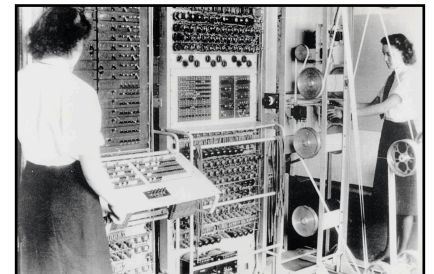
Bu gwelliannau mawr yn ein hiechyd, diolch i wrthfotigau, sy'n trin heintiau bacterol, a brechiadau; enghraifft ddiweddar yw'r brechlynnau COVID a gyflwynwyd yn gyflym gan waith rhagorol gwyddonwyr Prydeinig. Mae offerynnau fel sganwyr CT a pheiriannau MRI sy'n gallu cynhyrchu delweddau 3D o organau mewnol ac adnabod clefydau megis canser, wedi gwneud cyfraniad enfawr at allu meddygon i wneud diagnosis o anhwylderau eu cleifion.



Llun 1

Felly, beth yw fy ateb i'r cwestiwn hwn? Mae gan bron bob awgrymiad uchod un peth yn gyffredin; **maent yn dibynnu ar dransistorau**. Roedd y dyfeisiau electronig cyntaf, megis radios a chyfrifiaduron, yn defnyddio falfiau electronig (a elwir hefyd yn diwbiau gwactod); dangosir enghraifft gynnar yn Llun 1.

Defnyddiwyd falfiau o'r fath i chwyddo cerrynt neu fel switshys. Roeddent yn gydrannau allweddol yn natblygiad radio, radar, teledu a'r cyfrifiaduron electronig cyntaf. Enghraifft o gyfrifiadur digidol rhaglenadwy cynnar oedd y Colossus, a ddefnyddiwyd ym Mharc Bletchley yn ystod y rhyfel. Roedd fersiwn Mark II yn cynnwys 2,400 o falfiau ac roedd yn fawr iawn (gweler Llun 2).

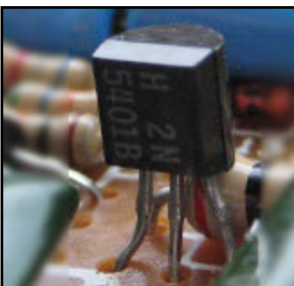


Llun 2

Fodd bynnag, roedd gan falfiau electronig anfanteision mawr; maent yn cynhyrchu llawer o wres, yn annibynadwy ac yn fregus oherwydd eu gwneuthuriad gwydr.

Felly, roedd dyfeisio'r transistor, a ddisodlodd falfiau electronig, yn ddatblygiad allweddol a **drawsnewidiodd ddyluniad dyfeisiau electronig yn llwyr**.

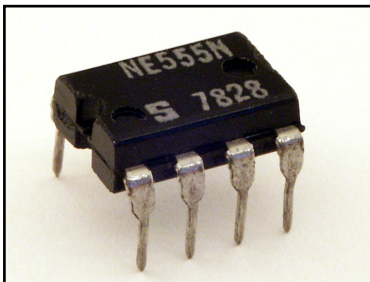
Felly, beth yw transistorau? Gwneir transistorau o led-ddargludydd sy ddim yn ddargludydd (sy'n caniatáu i drydan lifo) nac yn ynysydd. Pan ychwanegir amhuredd, mewn proses a elwir yn amhureddu, at y lled-ddargludydd gellir gwneud iddo ymddwyn mewn ffordd debyg i falfiau a'i ddefnyddio fel switsh neu i chwyddo cerrynt trydan. Fe'i defnyddir i reoli llif cerrynt trydan rhwng pâr o derfynellau. Mae foltedd neu gerrynt a roddir ar un pâr o derfynellau'r transistor yn rheoli'r cerrynt trwy bâr arall o derfynellau. Mae transistorau yn llawer llai na falfiau, yn defnyddio llawer llai o bŵer, ac yn fwy cadarn. Gwnaethpwyd y transistor cyntaf o germaniwm yn 1947 gan John Bardeen a Walter Brattain yn labordy Bell yn yr Unol Daleithiau. Eu harweinydd oedd William Shockley, a ddatblygodd ddyluniad amgen a oedd yn haws ei gynhyrchu.



Llun 3

Cafodd y tri gwyddonydd hyn y Wobr Nobel Ffiseg yn 1956 am eu gwaith. Mae'r rhan fwyaf o'r transistorau'n defnyddio silicon a chynhyrchwyd y transistor silicon masnachol cyntaf gan Gordon Teal yn Texas Instruments yn yr Unol Daleithiau yn 1954¹. Mae Llun 3 yn dangos enghraifft o dransistor cynnar ar fwrdd cylched.

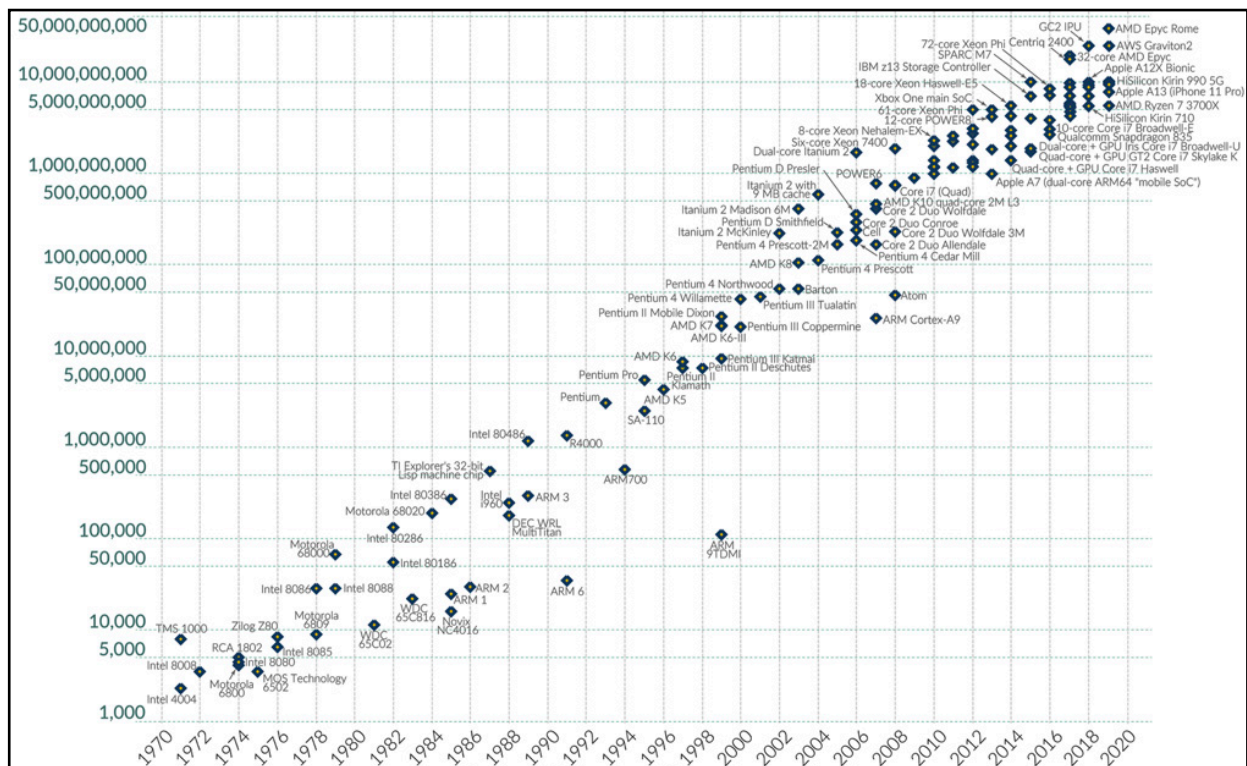
Roedd cynhyrchu transistorau dibynadwy yn heriol iawn oherwydd ymyrraeth a achoswyd gan amhureddau mewn germaniwm a silicon. Datblygwyd dulliau i gynhyrchu germaniwm a silicon pur iawn. Roedd transistorau germaniwm yn dioddef o'r anfantais nad oeddent yn gweithio uwchlaw tymheredd o tua 75° C.



Y datblygiad pwysig nesaf oedd y cylched cyfannol (CC), sy'n cynnwys haen o ddeunydd lled-ddargludydd (y cyfeirir ato'n gyffredin fel sglodyn), fel arfer silicon, sy'n cynnwys sawl transistor. Crëwyd y CC cyntaf gan Jack Kilby a Bob Noyce yn annibynnol yn 1958, a gyda gwelliannau mewn technoleg wrth i faint y transistorau leihau cynyddodd y nifer mewn CC. Roedd y cylchedau cyfannol cynnar yn cynnwys hyd at ddeg transistor. Dangosir enghraifft gynnar yn Llun 4.

Llun 4

Yn y degawdau dilynol bu gwelliannau mewn technoleg yn lleihau maint a chost transistorau, felly erbyn 1977 roedd transistor nodweddiadol yn ddim ond 2 ficeron ar draws ac yn costio llai na 0.01 sent². Rhagwelodd Gordon Moore, cyd-sylfaenydd y cwmni *Intel*, y byddai nifer y transistorau ar sglodyn yn dyblu bob blwyddyn, ond yn 1975 fe newidiodd hynny i bob yn ail flwyddyn³. Yn hynod, mae'r rhagfynegiad wedi dal i fyny'n dda, ac roedd y sglodyn mwyaf yn 2022 yn cynnwys 114 biliwn o dransistorau⁴ a dwysedd anhygoel o 135.6 miliwn o dransistorau/mm². Mae'r graff isod yn dangos y cynnydd yn nifer y transistorau mewn sglodyn dros 50 mlynedd⁵.



Datblygwyd y microprosesydd cyntaf, cyfrifiadur sglodyn sengl, gan *Intel* yn 1974. Pan oedd fy mab hynaf yn bymtheg oed prynais ficroprosesydd iddo, yr MK14 (Llun 5). Arweiniodd hyn at ei radd mewn Electroneg a gyrfa yn gweithio gyda chyfrifiaduron.

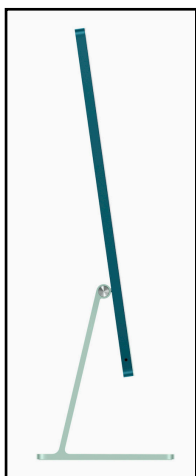


Felly, yn fy marn i, dyfais bwysicaf y can mlynedd diwethaf yw'r transistor. Fe arweiniodd at gylchedau cyfannol a alluogodd gynhyrchu ffurf fechan o bob math o offer megis radios (enghraifft gynnar oedd y radio transistor poced, gweler Llun 6), cyfrifiaduron, ffonau, cymhorthion clyw a dyfeisiau llywio lloeren ar gyfer cerbydau, awyrennau a llongau. Bellach, gall setiau teledu modern arddangos ein lluniau a'n fideos a chysylltu â'r rhyngwrwyd.



Llun 5

Llun 6



Mae cyfrifiaduron yn enghraifft dda o effaith fawr ffurfiau bychain ar dransistorau. Mae cynhwysedd storio yn y sgldion cof mewn cyfrifiaduron modern fel yr Apple iMAC M1 Ultra, **sydd ond yn 11.5mm o drwch** (Llun 7), dros 10 miliwn gwaith yn fwy nag yn y cyfrifiadur Apple II (Llun 8) a gynhyrchwyd yn 1977.

Wrth gwrs, mae yna gyfyngiad ar nifer y transistorau y gellir eu gwasgu ar sgldyn, felly beth am y dyfodol? Cyfrifiaduron cwantwm efallai, ond stori arall yw honno!

Llun 7

Llun 8

Cyfeiriadaeth

¹ M. Riordan & L. Hoddeson, *Crystal Fire*, 1997, t. 209.

² R. N. Noyce, 1977. 'Microelectronics', *Scientific American*, 237, rhif. 3, 62-69.

³ G. E. Moore, 'Progress in Digital Integrated Electronics', *Technical Digest*, International Electronic Devices Meeting, IEEE, 1975, tt. 11-13.

⁴ S. Shankland, 'Ultra: Apple just unveiled the most powerful Mac chip', CNET, 2022. <https://tinyurl.com/bdz3e5rf>

⁵ Max Roser & Hannah Ritchie, Wikimedia Commons; <https://tinyurl.com/mryjjbzj>

Ffynonellau'r lluniau

1. <https://pixabay.com/photos/valve-lamps-vacuum-tubes-amplify-840091>
2. <https://tinyurl.com/mvefknby>
3. <https://www.explainthatstuff.com/howtransistorswork.html> - gyda chaniatâd yr awdur, Chris Woodford.
4. https://en.wikipedia.org/wiki/555_timer_IC
5. Llun o ficrobrosesydd fy mab yw hwn.
6. https://www.radiomuseum.org/r/regency_pocket_radio_tr_1_tr1.html# - gyda caniatâd Ray Albright.
7. <https://www.apple.com/uk/imac-24/> Hysbysedd ar wefan Apple.
8. https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apple_II_IMG_4214.jpg - priodoliad: Rama, Cc-by-sa-2-fr.

Yr Alarch