

Aurreko bi zutabeetan hardware librea [nondik datorren](#) eta berorrek [nora eraman gaitzakeen](#) gogoetan ibili ostean, oraingoan hardware librea oinarri duten adibide batzuk ekarriko ditut Etzira. Aurrekoetan azaldu bezala, kontu handiz hartzekoa da hardware “libre”-rena, besteak beste ondorengo arrazoiengatik:

1. Erabiltzen diren prozesagailu gehienen barne egitura ez da askea eta izango balitz ere (adib., OpenRISC) prozesagailu bat silizioan fabrikatzeko kostuak komunitate askearen eskalatik kanpo daude (milioi eurotako ordenean).
2. Txartel elektronikoaren (PCB-en) eskematikoak ezin dira lizentziatu eta praktikan “betidanik” kopia izan dira fabrikatzaile bakoitzak bere prozesagailuaren inguruan sortutako garapen txartelak.
3. Software-arekin gertatzen ez den bezala, artefaktu hauen kopiak materialeen eta fabrikazioaren kostua dakarte.

Behin hau argituta, hardware libre proiektuak hiru mailatan sailkatu daitezke:

## Txartelak

Prozesagailuak deskribatzeko proiektuak (adib., [OpenCores](#)) eta hauek inplementatzeko teknologiak (adib., FPGA-k, [Papilio](#)) baldin badaude ere, hardware librearen oinarriko maila txartel elektronikoarena kontsideratu daiteke. Behe-mailako programazioa eta PCB diseinuaren jakintzak garatzen dire maila honetan.

Hauen artean ezagunena [Arduino](#) proiektua da zalantzarik gabe. 8 bit-eko instrukzioak maneiatzen dituen [Atmel etxeko prozesagailu \(zahr\) baten](#) inguruan eraikita dago eta oinarriko sarrera eta irteera digital zein analogiko bitartez ingurune fisikoarekin hartu-emanen jardun dezake, aplikazioa edozein izanda ere. Posible da txartela kopiatzea egileek eskemak libre partekatzen dituztelako edo prezio merke batean (10-15€) bat erostea. Arduinoa programatzeko erramintak libreak dira eta deskargagarri daude proiektuaren orrialdean bertan. Modelo ezberdinak daude eta funtzionalitate gehiago eman dakizkioke hedapen txartel bitartez.



Arduino Uno txartel bat

Maila altuago batean, ingurune fisikoarekin baino, mundu zibernetikoarekin konektatzen diren ordenagailu txikiak daude. Sarera zuzendutako programazioa da maila honetan lantzen den jakintza.

Hemen egongo litzazke Arduino proiektuak berak aurten ateratako [Arduino Zero](#) txartela (Atmel-en 32bit-eko ARM prozesagailu batekin), [BeagleBone](#) txartela, edo programazio paraleloa baimentzen duen [Parallela](#) txartela, besteak beste. Azkenaldian oso ezaguna egin da [Raspberry](#) mini-ordenagailua, baina argitu beharra dago txartel honek alderdi ilun asko dituela barne informazioaren askatasun aldetik, nahiz eta komunitate interesgarri bat errotzeko gai izan den eta oso merkea saltzen dituzten (35€).

## Txarteletan oinarritutako aplikazio konkretuak

Agian, neurrira egindako edo aurretik aipatutako txarteletan oinarritutako [aplikazio konkretuko proiektuak](#) dira ugariak. Aurretik aipatutako programazio eta txartel diseinuaz gain, automatika eta sistema elektronikoen kontrola bezalako arloak jorratzen dituzte.

Bi adibide ematearren [OpenEnergyMonitor](#) eta [CrazyFlie](#) aipatu ditzazkegu. Lehenengoak energia kontsumoa monitorizatzeko bide bat eskaintzen du era irekian garatutako sentsore eta pantailadun txartel bitartez. Bigarren proiektua drone bat da, hardware eta kontrol irekia dituen txartel hegalaria bat. Bi kasuetan guk geuk txartelak fabrikatu ditzazkegu edo beraien dendetan zuzenean erosi.



Crazy Flie drone eta txartel hegalaria

## Sistema Osoak

Bukatzeko, hardware sistema oso eta konplexuak ere eraiki daitezke era irekian. Proiektu hauek txartel elektronikoa gainditzeko dute eta zati mekaniko eta egituren diseinua ere hartzen dute beregain. Konplexuak eta irekiak izaki, multidisziplinarra den komunitate baten laguntza giltza da horrelako proiektuetan.

Adibide harrigarriena [Open Source Ecology](#) proiektua izan daiteke, proiektu honek herri globalean erabil daitezkeen 50 makinaren diseinu irekia proposatzen dute, 3D imprimagailu batetik haize errota elektriko batera, eskabadora edo mikro-etxe batetik pasata. Guztia herriko dendetan erosi daitezkeen materialeak erabilia. [Euskal Herrian ere bada](#) proiektu honetan lan egiten duen komunitatea.



OSE eskabadora irekia