

## Konputagailuen Arkitektura I

### Memoria-sistema 2 (ebazpena): Helbideen eskemak

Konputagailu baten memoria atzitzeko helbideek honako egitura hau dute:

- a. **Alegiazko memoria**, orriztatua, byterako helbide logikoak 20 bitekoak izanik:

12 bit	8 bit
--------	-------

- b. **Memoria nagusia**, tartekatua, byterako helbide fisikoak 11 bitekoak izanik:

6 bit	2 bit	3 bit
-------	-------	-------

Memoria hierarkia atzitzeko, honako denbora hauek behar dira:

TLB: hutsegitea = 30 ziklo / asmatzea = 1 ziklo

MN: 11 ziklo (1 ziklo tartekatze-bufferetik)

**Hauxe eskatzen da:**

- Helbideen itzulpenaren eskema. Zenbat orri izan dezake programa batek? Zein da orri bakoitzaren tamaina maximoa? Adierazi zein den orri-taularen sarrera-kopurua eta sarrera bakoitzaren neurria. TLBari dagokionez, zein da bere sarrera bakoitzaren tamaina?
- Memoria nagusiaren egituraren eskema. Adierazi helbide fisikoaren banaketa bitetan. Zenbatekoa da hitz baten tamaina?
- Memoriako helbide logikoen honako sekuentzia hau emanda, {392, 408, 2568, 400, 2576, 384, 2584, 2560}, kalkula ezazu helbide bakoitzerako memoria-sistema atzitzeko behar den denbora. Hasieran, TLBa hutsik dago eta orri-taularen edukia honako hau da:

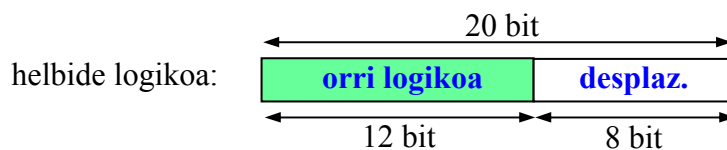
Orri logikoa:	2	14	1	5	10	28	....
Orri fisikoa:	1	6	0	7	4	2	....

## Ebazpena

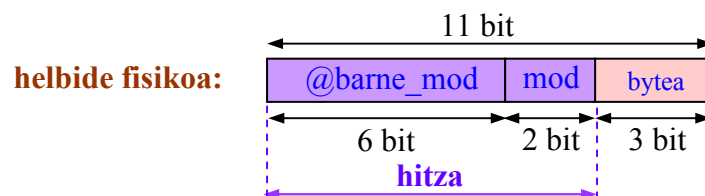
Helbide logikoetako eta helbide fisikoetako bit-eremuei buruz enuntziatuan emandako informaziotik memoria-sistemaren ezaugarriak erauzi behar ditugu.

Alegiazko memoriari buruz zein memoria nagusiari buruz ematen diguten informazioan, bi kasuetan byterako helbideak aipatzen dira. Hortik ondorioztatzen dugu memoria-sistemaren **helbideratze-unitatea bytea** dela.

**Alegiazko memoriari** dagokionez, badakigu zein den helbide logikoaren biten banaketa eremutan. Badakigu, baita ere, orritzatua dela. Ondorioz, helbide logikoak dituen bi eremuak hauexek dira: **orri logikoa** adierazten duten bitak, eta atzitu nahi dugun byteak orri logikoaren barruan duen **desplazamendua**. Honelaxe interpretatzen da, beraz, helbide logikoaren eskema:



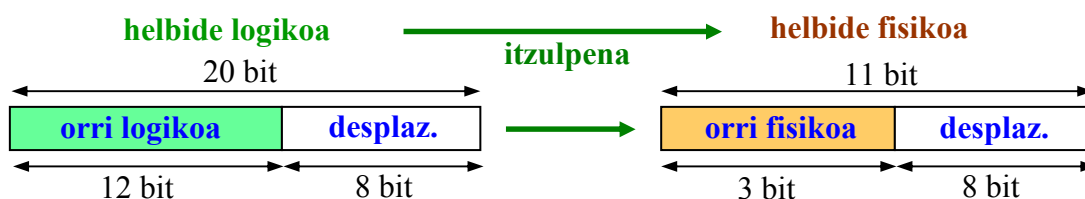
**Memoria nagusiari** dagokionez, berriz, badakigu zein den byterako helbide fisikoaren biten banaketa eremutan. Badakigu, baita ere, tartekatua dela, hau da, hainbat modulu tartekatuk osatua dela. Ondorioz, helbide fisikoak dituen hiru eremuak hauexek dira, eskuinetatik hasita: **bytea** adierazten duten bitak, **modulua** adierazten duten bitak, eta modulu horren barruan hitza zein helbide zehatzetan dagoen adierazten duten bitak, **@barne\_mod**. Honelaxe interpretatzen da, beraz, helbide fisikoaren eskema:



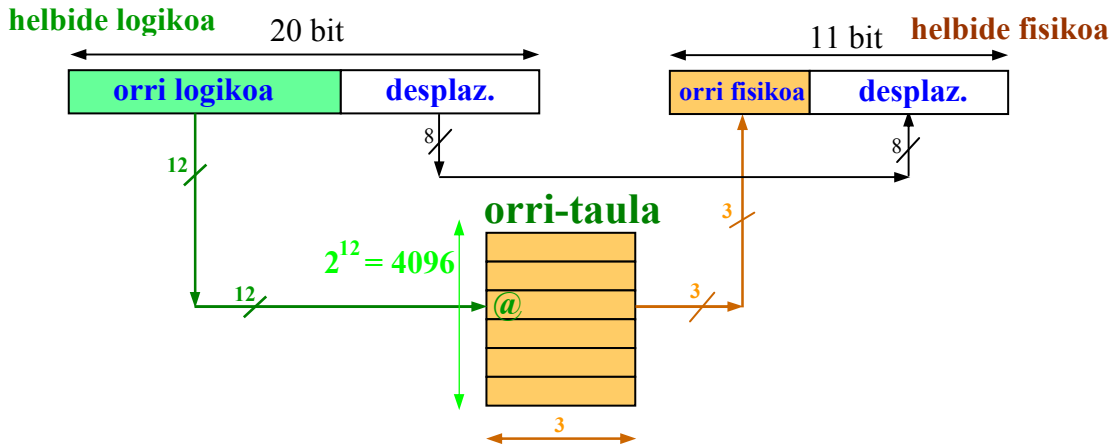
Informazio hori nahikoa da atalen ebazpenei ekiteko.

- (a) Helbideen itzulpen-sistemaren egitura irudikatu behar dugu, agerian uzteko nola erabiltzen diren helbide logikoaren eremuetako bitak.

Itzulpenari dagokionez, badakigu orri logikoaren zenbakia dela TLBan edo orri-taulan bilatzeko erabiltzen den informazioa, eta orri fisikoaren zenbakia dela bilaketa horren emaitza. Desplazamendua, berriz, helbide logikoan zein helbide fisikoan berdina da. Hortaz, hau da egin beharreko itzulpena:

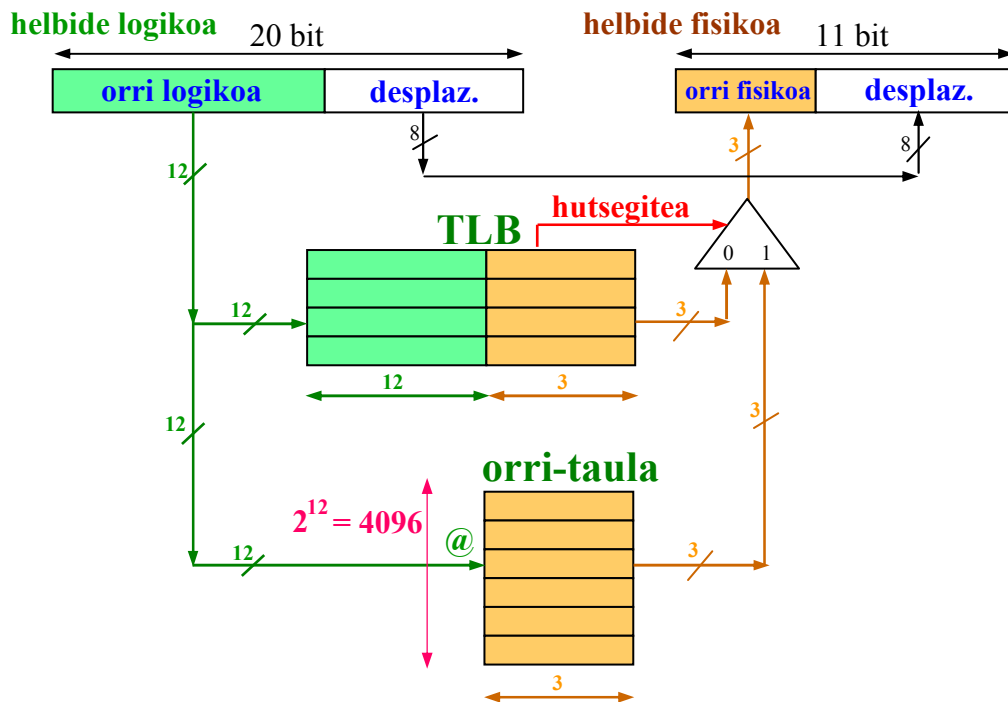


Hala, honelaxe geratzen da “helbide logiko → helbide fisiko” itzulpena egiteaz arduratzen den hardwarearen eskema:



Orri-taula memoria arrunta denez gero, helbide logikotik jasotzen dituen 12 bitek helbidea adierazten dute; hortaz, **orri-taulak**  $2^{12} = 4096$  posizio edo **sarrera** izango ditu (orri logiko adina, hain zuzen ere, orri logiko bakoitzari orri-taulako sarrera bana dagokiolako). Beste aldetik, **orri-taulako** posizio edo **sarrera** bakoitzean orri fisikoa adierazten duten **3 bitak** daude.

Sisteman TLBa dagoenez, honelaxe geratzen da eskema:

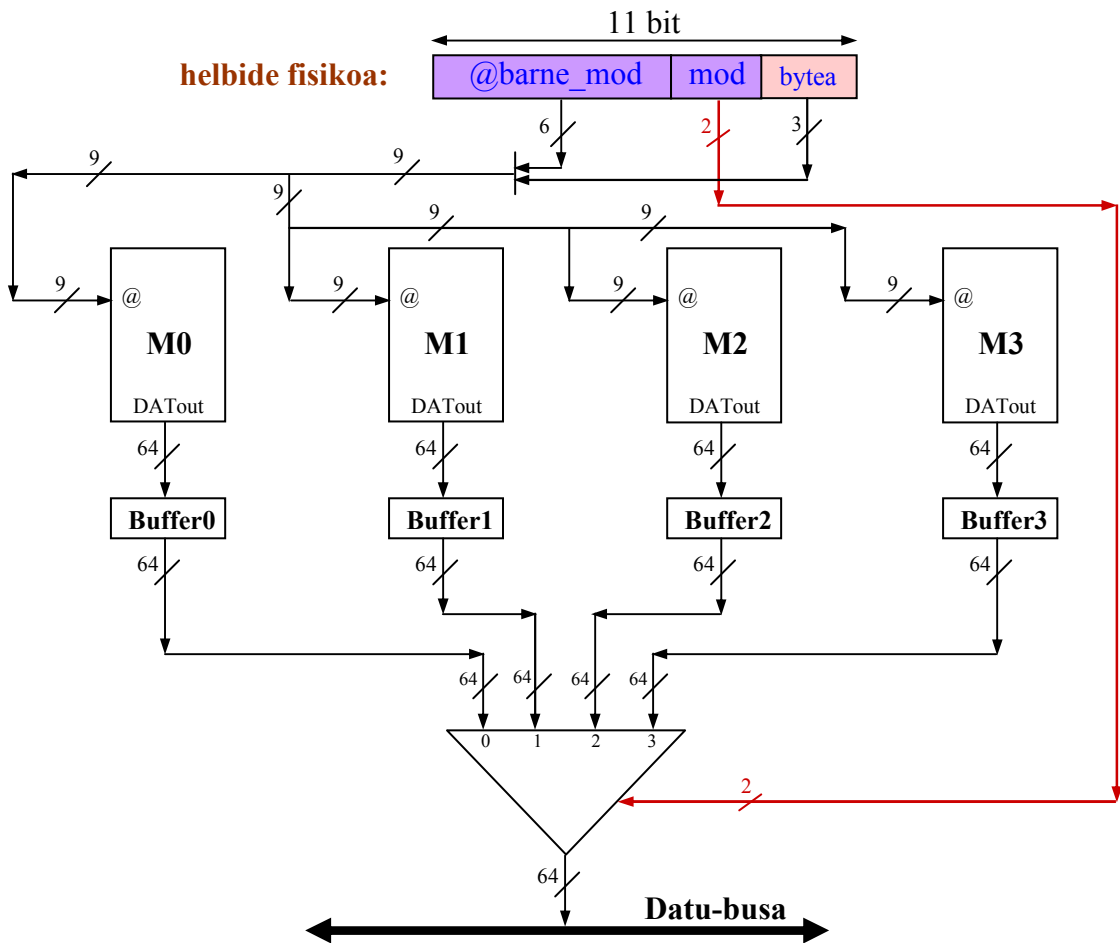


TLBa memoria asoziatiboa denez, edukiaren bitartez egiten ditu bilaketak. Hori dela eta, edukiaren zati bat 12 bitekoa da, bilatu beharreko orri logikoaren zenbakiari dagokiona; beste zatia, berriz, 3 bitekoa da, orri fisikoa adierazten duena, eta bigarren zati hau da TLBaren irteera gisa helbide fisikora joango dena. Hortaz, **TLBaren** posizio edo **sarrera** bakoitzaren **tamaina 15 bitekoa** da (12 + 3).

Helbide logikoaren eremuetatik ondorioztatzen ditugu egin dizkiguten galderen erantzunak. Alde batetik, helbide logikoa adierazteko 20 bit erabiltzen direnez, esan dezakegu **alegiatzko memoria 1 MB**-koa dela (1 megabyte =  $2^{20}$  byte). Beste aldetik, orri logikoa adierazteko 12 bit erabiltzen direnez, esan dezakegu programa batek, gehienez, **4096 orri logiko** izan ditzakeela ( $2^{12}$ ). Azkenik, desplazamendua adierazteko 8 bit erabiltzen direnez, esan dezakegu orri logikoen tamaina **256 byte**koa dela ( $2^8$ ).

- (b) Memoria nagusiaren egitura irudikatu behar dugu, agerian uzteko nola erabiltzen diren helbide fisikoaren eremuetako bitak.

Helbide fisikoaren eremuak aztertuz, gauza asko ondorioztatzen ditugu memoria nagusiaren egiturari buruz, jakinik helbideratze-unitatea bytea dela eta modulu tartekatuek osatzen dutela. Hasteko, hitzaren barruko bytea adierazteko 3 bit erabiltzen direnez, esan dezakegu **hitzaren tamaina 8 byte**koa dela ( $2^3$ ). Beste aldetik, modulua adierazteko 2 bit erabiltzen direnez, esan dezakegu **4 moduluk** ( $2^2$ ) osatzen dutela memoria nagusia. Azkenik, moduluen barneko hitzaren helbidea adierazteko 6 bit erabiltzen direnez, esan dezakegu moduluen tamaina 64 hitzekoa dela ( $2^6$ ), edo, gauza bera dena, 512 bytekoa ( $2^9$ ). Beraz, honelaxe geratzen da memoria nagusiaren hardwarearen eskema:



Memoria nagusia 2 kB-koa izanik ( $2^{11}$  byte), eta hitza 8 ( $2^3$ ) bytekoa denez gero, esan dezakegu memoria nagusian 256 ( $2^8$ ) hitz sartzen direla:

$$\frac{2 \text{ kB}}{8 \text{ byte/hitz}} = \frac{2^{11} \text{ byte}}{2^3 \text{ byte/hitz}} = 2^8 \text{ hitz} = 256 \text{ hitz}$$

Halaber, 4 ( $2^2$ ) moduluk osatzen dutenez memoria nagusia, modulu bakoitza 512 B-koa da ( $2^9$ ), edo 64 ( $2^6$ ) hitzekoa:

$$\frac{2 \text{ kB}}{4 \text{ modulu}} = 512 \text{ B/modulu} \quad \frac{2^8 \text{ hitz}}{2^2 \text{ modulu}} = 2^6 \text{ hitz/modulu} = 64 \text{ hitz/modulu}$$

- (c) Ematen diguten helbide-sekuentzia itzultzeko eta atzitzeko behar den denbora kalkulatu behar dugu. Modu ordenatuan egiteko, taula batean bilduko ditugu emaitzak.

Horretarako, gogoratu behar ditugu tarteko emaitzak kalkulatzeko behar ditugun ekuazioak. Hona hemen:

Helbide logikotik orri logikoa eta desplazamendua erauzteko:

$$\text{orri logikoa} = @\text{logikoa} \div \text{orriaren tamaina bytetan} = @\text{logikoa} \div 256$$

$$\text{desplazamendua} = @\text{logikoa} \bmod \text{orriaren tamaina bytetan} = @\text{logikoa} \bmod 256$$

Orri-taulatik irakurritako orri fisikoa kontuan hartuz helbide fisikoa kalkulatzeko:

$$@\text{fisikoa} = \text{orri fisikoa} \times \text{orriaren tamaina bytetan} + \text{desplazamendua} = a.f. \times 256 + d$$

Helbide fisikotik hitza kalkulatzeko:

$$\text{hitza} = @\text{fisikoa} \div \text{hitzen tamaina bytetan} = @\text{fisikoa} \div 8$$

Eta, azkenik, hitzetik modulu eta barne-helbidea kalkulatzeko:

$$@\text{barne\_mod} = \text{hitza} \div \text{modulu-kopurua} = \text{hitza} \div 4$$

$$\text{mod} = \text{hitza} \bmod \text{modulu-kopurua} = \text{hitza} \bmod 4$$

Ekuazio horiek guztiak kontuan harturik, hau da ateratzen den taula:

@l	a.l.	d	$t_{itzulp.}$	a.f.	d	@f	hitza	@barne_mod	mod	$t_{atzip.}$
392	1	136	20	0	136	136	17	4	1	10
408	1	152	1	0	152	152	19	4	3	1
2568	10	8	20	4	8	1032	129	32	1	10
400	1	144	1	0	144	144	18	4	2	10
2576	10	16	1	4	16	1040	130	32	2	10
384	1	128	1	0	128	128	16	4	0	10
2584	10	24	1	4	24	1048	131	32	3	10
2560	10	0	1	4	0	1024	128	32	0	1

Itzulpen-denborari dagokionez, agerikoa da bi orri logiko bakarrik atzitzen direla helbide-sekuentzia horretan: 1 eta 10 orri logikoak, hain zuzen. Lehenengo aldiz agertzen direnean, 20 ziklo behar dira itzulpena egiteko, TLBan hutsegitea gertatzen delako. Beste kasu guztiak, berriz, asmatzeak dira, eta 1 ziklo behar da. Guztira, 46 ziklo behar dira helbide horien itzulpena egiteko.

Atzipen-denborari dagokionez, berriz, zera ikusten dugu taulan: lehenengo hitza atzitzeko 10 ziklo behar dira, lehenengo atzipena delako eta tartekatze-bufferretan ez dagoelako ezer. Baina 4 barne-helbidean dago lehenengo hitza, eta bigarren hitza atzitu behar denean, hori ere 4 barne-helbidean dagoenez, orduan 1 ziklo bakarrik behar da datua atzitzeko, tartekatze-bufferretik eskuratzen delako zuzenean. Hurrengo bost erreferentzietan, 32 eta 4 barne-helbideak tartekatzen dira. Hori dela eta, tartekatze-bufferren edukia atzipen batetik bestera aldatzen da, eta horregatik kasu guztietan 10 ziklo behar dira hitz horiek atzitzeko. Azken erreferentzian, ordea, ziklo bakarra behar da, 32 barne-helbidean dagoelako atzitu beharreko hitza, eta hori da hain zuzen ere une horretan tartekatze-bufferretan dagoen barne-helbidea. Zutabe horretako balio guztiak batuz, ondorioztatzen dugu memoria nagusia atzitzeko 62 ziklo behar direla.

Hala, emandako helbide-sekuentzia itzultzeko eta atzitzeko, guztira,  $(46 + 62) = 108$  ziklo behar dira.