



## Konputagailuen Arkitektura I

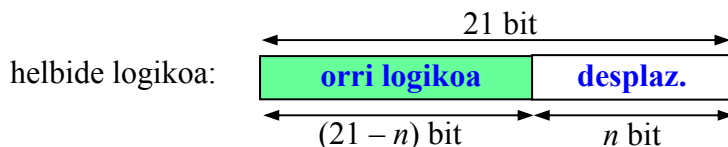
### Memoria-sistema 4 (ebazpena): Memoria-sistemaren ezaugarriak ondorioztatzea

Memoria-sistema batean alegiazko memoria 2 megabytekoa da, memoria nagusia 512 kilobytekoa da eta 8 moduluz osatuta dago. Helbideratze unitatea bytea da eta hitzak 2 bytekoak dira.

- a) 3246 helbide logikoa 1 orri logikoan dago eta, itzulpen-prozesua egin ondoren, 5294 helbide fisikoa dagokio (helbide hau 2 orri fisikoan dago). Zein da orriaren tamaina memoria-sistema honetan? Zenbat orri logiko egon daitezke gehienez? Zenbat orri fisiko izan ditzake memoria nagusiak?
- b) 5122 helbide fisikoa memoria nagusiko 1 moduluan kokatuta dagoela baldin badakigu, nolakoa izango da memoria nagusiaren egitura: ondoz ondoko moduluak edo tartekatua? Arrazoitu zure erantzuna, eta azal ezazu memoriaren helbide fisikoaren egitura bitetan.

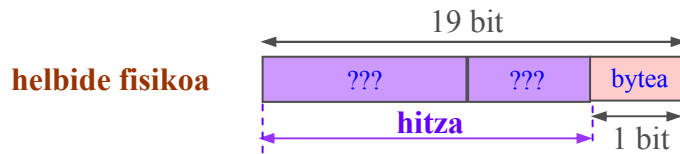
### Ebazpena

**Alegiazko memoria** 2 MB-koa denez, badakigu 21 bit behar direla helbide logikoak emateko ( $2 \text{ MB} = 2 \times 2^{20} = 2^{21}$ ), baina, hortaz aparte, ez dakigu besterik, ez dakigu ezer orri logikoen tamainari buruz, ez eta orri logikoen kopuruari buruz ere. Hortaz, ezin dugu esan helbide logikoa osatzen duten bi eremuak zenbat bitekoak izango diren. Hori dela eta, helbide logikoaren eskema zehaztu gabe geratuko zaigu:  $n$  bit erabiliko ditugu desplazamendua adierazteko, eta  $(21 - n)$  bit orri logikoaren zenbakia adierazteko. Moduren bat bilatu beharko dugu  $n$  hori kalkulatu ahal izateko. Edozein kasutan, behin  $n$  kalkulaturik, esan ahal izango dugu orriaren tamaina  $2^n$  dela, eta programa batek, gehienez,  $2^{(21 - n)}$  orri logiko izan ditzakeela.



**Memoria nagusiari** dagokionez, berriz, badakigu 512 kB-koa dela. Hala, helbide fisikoa adierazteko 19 bit behar dira ( $512 \text{ kB} = 2^9 \times 2^{10} = 2^{19}$ ). Helbideratze-unitatea bytea denez, badakigu helbide fisikoaren pisu txikieneko bitek hitzaren barruko bytea adierazten dutela, eta hitzaren tamaina 2 byte denez, badakigu bit bakarra behar dela bytea adierazteko. Hortaz, helbide fisikoko beste 18 bitek hitza adierazten dute. Beste aldetik, memoria nagusia 8 moduluz osatzen dutenez, badakigu helbide fisikoaren eremuetako batean modulua adierazita egongo dela, 3 bitetan ( $8 = 2^3$ ),

eta beste eremuan, moduluaren barneko helbidea,  $(18 - 3) = 15$  bitetan; baina ez dakigu nola dauden antolatuta modulu horiek, ea ondoz-ondoko moduluak diren, ala tartekatua. Horregatik, ezin ditugu zehaztu helbide fisikoaren eremuak, bytearen izan ezik:



Hortaz, faltan dagoen informazio hori guztia enuntziatuan aurrera eginez topatu beharko dugu. Goazen, beraz, atalez atal.

- (a) Esaten digutenaren arabera, 3246 helbide logikoa 1 orri logikoan dago, baina ez digute ematen desplazamenduaren balioa. Horretan oinarrituta, ekuazio bat idatz dezakegu, kontuan hartuz zein den helbide logikoaren eremuen arteko erlazio matematikoa:

$$\text{@logikoa} = \text{orri logikoa} \times \text{orriaren tamaina bytetan} + \text{desplazamendua}$$

Ekuazio orokor horretan datu ezagunak ordezkaturik, honako ekuazio hau lortzen dugu:

$$3246 = 1 \times 2^n + \text{desplazamendua}$$

Bertan, bi ezezagun daude:  $n$  eta desplazamendua. Hortaz, beste ekuazio baten beharrea gaude, baliook kalkulatu baiditugu.

Horretarako, informazio gehiago ematen digute enuntziatuan. Izan ere, esaten digute itzulpen-prozesuaren ondoren, 3246 helbide logikoari 5294 helbide fisikoa egokitu zaiola, eta azken hau 2 orri fisikoan dagoela. Jakin badakigu itzulpena egitean orri logikoari dagokion orri fisikoa TLB-an bilatzen dela, baina desplazamendua berdina dela helbide logikoan zein fisikoan. Hortaz, helbide fisikoaren eremuen arteko erlazio matematikoa kontuan hartuz:

$$\text{@fisikoa} = \text{orri fisikoa} \times \text{orriaren tamaina bytetan} + \text{desplazamendua}$$

Ekuazio orokor horretan datu ezagunak ordezkaturik, bigarren ekuazio hau lortzen dugu:

$$5294 = 2 \times 2^n + \text{desplazamendua}$$

Honetan ere lehengo bi ezezagun berak daude:  $n$  eta desplazamendua. Hortaz, bi ekuazio horiek sistema bat osatzen dute: 2 ezezaguneko 2 ekuazio, eta bien artean ezezagunen balioak kalkulatu ditzakegu.

$$3246 = 1 \times 2^n + \text{desplazamendua}$$

$$5294 = 2 \times 2^n + \text{desplazamendua}$$

Bien arteko kenketa eginez, bigarrenari lehenengoa kenduz gero, hau lortzen da:

$$(5294 - 3246) = (2 - 1) \times 2^n + (\text{desplazamendua} - \text{desplazamendua})$$

Argi dago, beraz, desplazamendua desagertzen dela, eta ezezagun bakarra geratzen dela:  $n$ .

$$2048 = 1 \times 2^n$$

$n$  askatu ahal izateko, berretzailean dagoenez, logaritmoak hartu beharko ditugu. Berreketaren oinarria 2 denez, logaritmoaren oinarria ere 2 izango da. Hala, honelaxe kalkulatu da  $n$ :

$$n = \log_2 2048$$

Eta informatikako gaietan aditua izan nahi duen pertsona oro, gai izan beharko litzateke kalkulu hori kalkulagailua erabili behar izan gabe egiteko (izan ere, komenigarria da 2ren berretura batzuk buruz jakitea; berretzailea zenbaki txikia denean, erraza da, baina berretzailea handitu ahala ez da hain berehalakoa berreketa egitea, eta horregatik komeni da buruz ikastea:  $2^0 = 1$ ;  $2^1 = 2$ ;  $2^2 = 4$ ;  $2^3 = 8$ ;  $2^4 = 16$ ;  $2^5 = 32$ ;  $2^6 = 64$ ;  $2^7 = 128$ ;  $2^8 = 256$ ;  $2^9 = 512$ ;  $2^{10} = 1024$ ;  $2^{11} = 2048$ ; eta abar). Agerikoa da, beraz, ekuazio horren soluzioa hauxe dela:

$$n = 11$$

Balio hori hasierako ekuazioetako batean ordezkatzuz (lehenengoan, esaterako), desplazamenduaren balio zehatza kalkulatu ahal izango dugu:

$$3246 = 1 \times 2^{11} + \text{desplazamendua}$$

Balio hau ateratzen da:

$$\text{desplazamendua} = 1198$$

Orain, lehenengo ataleko galderei erantzuteko moduan gaude:

**Zein da orriaren tamaina memoria-sistema honetan?** Desplazamendua adierazteko 11 bit behar direnez gero,  $2^{11}$  bytekoa izango da orriaren tamaina (bytetan dago tamaina, helbideratze unitatea bytea delako). Hau da, **2048 byte**.

**Zenbat orri logiko egon daitezke gehienez?** Orri logikoa adierazteko  $(21 - 11) = 10$  bit ditugunez,  $2^{10}$  orri logiko egon daitezke, hau da, **1024**.

**Zenbat orri fisiko izan ditzake memoria nagusiak?** Helbide fisikoa adierazteko 19 bit ditugu, eta horietatik 11 erabiltzen dira desplazamendua adierazteko. Hortaz, 8 bit geratzen dira orri fisikoa adierazteko; ondorioz,  $2^8$  orri fisiko daude memoria nagusian, **256**, alegia.

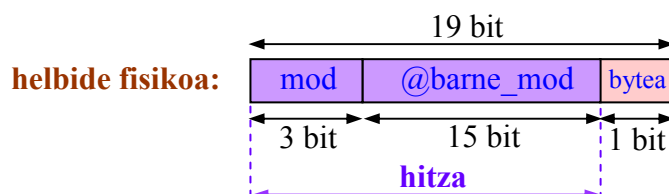
- (b) Bigarren atal honetan emandako informaziotik abiatuta, ondorioztatu behar dugu zein den memoria nagusiaren antolaketa: ondoz-ondoko moduluak, ala modulu tartekatua.

Horretarako, badakigu 5122 helbide fisikoa 1 moduluan dagoela. Informazio hori nahikoa da nahi duguna jakiteko. Ikus dezagun.

Aldez aurretiko ideiarik ez dugunez, hipotesi bat egin beharko dugu moduluen antolaketari buruz, eta gero egiaztatu hipotesia zuzena denetz.

### 1. hipotesia: ondoz-ondoko moduluak:

Hipotesi honen arabera, helbide fisikoaren eremuak hauexek izango lirateke:



Eta eremu-banaketa horretan oinarriturik, kalkuluak egin ditzakegu, zenbakia eskuinerantz desplazatuz behar adina bit. Hala, 5122 helbide fisikoari dagokion hitza honelaxe kalkulatu da: desplazatu 1 bit eskuinerantz (bytea adierazten duen eremua desagerrarazteko), hau da, zatitu helbide fisikoa  $2^1$ ekin. Gogoratu ekuazio orokorra:

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

$$\text{hitza} = 5122 \div 2^1 = 5122 \div 2 = 2561$$

Hitzaren ezkerreko eremuaren balioa (mod) kalkulatzeko, hitza 15 posizio desplazatu behar dugu eskuinerantz (@barne\_mod eremua desagerrarazteko), hau da, zatitu hitza  $2^{15}$ ekin. Zatiketa horren hondarra @barne\_mod eremuaren balioa izango da. Ekuazio orokorrak hauexek dira:

$$\text{modulua} = \text{hitza} \operatorname{div} \text{moduluaren tamaina hitzetan}$$

$$\text{@barne\_mod} = \text{hitza} \operatorname{mod} \text{moduluaren tamaina hitzetan}$$

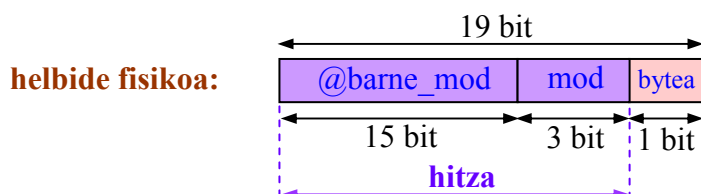
Hala:

$$\text{modulua} = 2561 \operatorname{div} 2^{15} = 2561 \operatorname{div} 32768 = 0$$

Hau da, memoria nagusia ondoz-ondoko modulutan antolatuta balego, 5122 helbide fisikoa 0 moduluan egongo litzateke, ez 1 moduluan. Ondorioz, 1. hipotesia ez da zuzena: memoria nagusia ez dago ondoz-ondoko modulutan antolatuta, eta 2. hipotesia egin beharko dugu.

## 2. hipotesia: modulu tartekatua:

Hipotesi honen arabera, helbide fisikoaren eremuak hauexek izango liriateke:



5122 helbide fisikoari dagokion hitza, aurreko hipotesian kalkulaturako bera da, bytearen eremua ez baita aldatzen antolaketa modu batetik bestera. Hortaz, hitza = 2561 da.

Aldatzen dena, irudietan agerikoa denez, modulua eta moduluaren barruko helbidea dira, bi eremu horiek posizio desberdinetan ageri direlako antolaketaren arabera. Hala, modulu tartekatuen kasuan, hitzaren ezkerreko eremuaren balioa (@barne\_mod) kalkulatzeko, hitza 3 posizio desplazatu behar dugu eskuinerantz (mod eremua desagerrarazteko), hau da, hitza  $2^3$ ekin zatitu behar dugu. Zatiketa horren hondarra mod eremuaren balioa izango da. Ekuazio orokorrak hauexek dira:

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

$$\text{modulua} = \text{hitza} \operatorname{mod} \text{modulu-kopurua}$$

Hala:

$$\text{@barne\_mod} = 2561 \operatorname{div} 2^3 = 2561 \operatorname{div} 8 = 320$$

$$\text{modulua} = 2561 \operatorname{mod} 2^3 = 2561 \operatorname{mod} 8 = 1$$

Hau da, egiaztatu dugu memoria nagusia modulu tartekatutan antolatuta egonez gero, 5122 helbide fisikoa 1 moduluan egongo litzatekeela, enuntziatuan esan bezala. Ondorioz, 2. hipotesia zuzena da: memoria nagusia modulu tartekatutan dago antolatuta.