

Noțiuni introductive

În primul punct al lucrării studiem placa Beagleboard, prin prisma facilităților pe care le oferă. astfel încât studentul să aibă un criteriu de diferențiere între această placă și alte plăci disponibile în comerț, pentru nevoi ulterioare.

Plăcile **SBC** sunt plăci tip kit de dezvoltare, de dimensiuni (între dimensiunea unei cărți de credit, și a unei pagini A5) și preț redus (<USD200) cu o cantitate apreciabilă de conectori, capabile să îndeplinească funcționalitatea unui sistem cu microprocesor de sine stătător. Ultimul criteriu le diferențiază de așa numitele **COM**-boards, care deși reduse ca dimensiune, și preț, nu funcționează de sine stătător (ci au nevoie de o placă de bază). Exemplu recent: C.H.I.P¹.

Introducem noțiunea de **SoC** – sistem on chip. Un sistem on chip este un cip integrat care conține funcționalități eterogene specifice unui sistem de calcul (unitate de calcul CPU, unitate grafică GPU; periferice – serial, USB, controller memorie, unități de memorie), într-o singură pastilă de siliciu, sau într-o singură capsulă. Tendința este de integrare (ce făceau mai multe cipuri la un produs de generație anterioară să facă un singur cip, în generația următoare). Există avantaje de preț și performanță. Piața smartphone-urilor, tabletelor este dominată de produse bazate pe cipuri SoC. Mai nou și la nivel de PC-uri (laptop-uri) tendința este de a elimina controllerele (ex: NorthBridge, SouthBridge) și de a le integra cu cipul principal.

Utilitatea unui kit de dezvoltare

Un kit de dezvoltare conține un ansamblu de componente hardware și software, astfel încât un grup de ingineri, specialiști în marketing și management să poată

1. să creeze, să dezvolte, să extindă un produs, folosind placa de dezvoltare ca atare în produsul final
2. să creeze un prototip al produsului final, rulând software pe placă, cât mai aproape de elemente hardware și funcționalitate software de produsul final.

În funcție de modelul de business avut în vedere se poate aborda varianta 1) sau 2).

Din start ne punem câteva întrebări. Răspunsul la acestea ne poate indica cât de potrivită ar fi o placă aleasă pentru realizarea unui produs.

A. Ce piață urmăresc să targetez cu produsul dezvoltat la început? Există un ecosystem în jurul plăcii pentru acea piață?

Posibile răspunsuri: Mobile / embedded / automotive / IoT / ...

Pentru fiecare din aceste piețe ar trebui să aleg un produs tip kit de dezvoltare este compatibil pieței respective. Problema se pune dacă există un suport, dacă este public (sau necesită încheierea unui contract pe bani), și cât de extins este acesta, pentru piața respective, la nivelul ecosistemului hardware&software construit în jurul kitului de dezvoltare.

De exemplu, ne putem gândi la suportul pentru sistemele de operare (OS) tipice pentru un produs în acea piață.

¹ <https://getchip.com/>

Pentru **mobile** OS-ul poate fi Android, iOS, Windows, Tizen, WebOS, sau un alt sistem de operare cu funcții de interoperabilitate cu cele de mai sus (de exemplu sisteme de operare din smartwatch-uri care au funcții de interconectare prin Bluetooth/WiFi cu smartphone-ul personal). **Placa beagleboard are suport pentru Android varianta Froyo (2.2).**

Pentru **embedded**, privită ca piață distinctă, OS-urile se bazează pe Linux, fie Linux commercial (tip Ubuntu, Red Hat), fie prin așa numitele “**build systems**”, adică niște structuri de tip rețetă care sunt capabile să genereze sisteme de fișiere în mod cvasi-automat. Exemple tipice de astfel de sisteme de fișiere: buildroot, yocto. **Pentru placa BeagleBoard există suport pentru Ubuntu (Ubuntu), cât și yocto (variantele dora), pe yocto.org. Placa Beagleboard a fost la vremea ei una din plăcile de referință pentru acest proiect.**

Pentru microprocesoare, în **automotive** sunt două utilizări:

- pe calea critică (tot ce înseamnă servo- și controlul mecanicii mașinii),
 - sunt necesare plăci cu suport hardware specific (ex: porturi CAN, asigurări de latență la nivel hardware –cpu-uri cacheless de tip ARM Cortex-R)
- utilizarea de entertainment (IVI – In Vehicle Infotainment).
 - Suite IVI proprietare sau opensource (ex: AGL - Automotive grade linux)

Placa beagleboard nu oferă suport nativ pentru AGL.

Pentru **IoT** există stack-uri software proprietare, dar și opensource. Dintre cele mai importante variante opensource sunt Alljoyn și Iotivity. **Placa beagleboard nu oferă suport nativ pentru alljoyn, iotivity.**

B. Cine oferă suport pentru placa de dezvoltare?

Acest suport poate să vină direct de la producătorul plăcii (1st party), un furnizor extern (3rd party), sau de la o comunitate open source. Acest criteriu se poate aplica atât hardware-ului cât și software-ului plăcii.

Dacă placa este populară, atunci apar proiecte diverse, atât soft cât și hard. Oprirea suportului din partea producătorului SoC (datorat EOL), poate fi compensată până la un punct de o comunitate vibrantă.

De asemenea, dacă placa este populară sunt șanse mari ca problemele pe care le întâmpină inginerii să se regăsească cu tot cu soluție, printr-o căutare google. Chiar și în cazul suportului 1st party poate dura ceva timp (zile, săptămâni) până la rezolvarea unei probleme. Opensource community te poate degreva de timp, pierdut, DACĂ OFERĂ REZOLVAREA.

1st party oferă rezolvarea mereu, dacă plătești corespunzător, dar uneori durează.

Să definim acești termeni (1st party, 2nd party, 3rd party).

Din punct de vedere hardware - Pentru orice kit de dezvoltare există un producător.

Se poate ca producătorul plăcii să fie și producătorul SoC-ului, caz în care producătorul este **1st party**. Kitul e de obicei scump (USD500-1000+). Odată achiziționat sistemul producătorul oferă acces la documentații altfel indisponibile și cumpărătorul poate alege să cumpere diferite soluții de suport. Foarte rar kiturile sunt ieftine, ex

2nd party, este când cineva produce placa și procesorul (SoC-ul) provine de la un alt producător, care are legături stânse cu producătorul SoC. Aici intră multe din plăcile SBC populare: Arduino/Genuino (cu microcontrollere Microchip PIC/Atmel ATmega, produse de), Raspberry Pi (produs de Raspberry Pi Foundation cu SoC microprocesor de la Broadcom), **Beagleboard (produsă de Circuitco, cu SoC microprocesor de la Texas Instruments)**. Prețul este mai scăzut. Dezavantaj, nu am acces direct la producătorul SoC. Dacă suportul comunității este puternic, boardul SBC este valoros., comparabil cu o placă 1st party

3rd party – aici producătorul plăcii nu are legături stânse cu producătorul SoC. Aici este semnificativă categoria open source hardware, plăci pentru care design-ul este public, poți copia și modifica fără problemă de licențiere placa inițială. **.Beagle a fost populară pe soluții opensource.**

Din punct de vedere software – criteriul este producătorul softului (al OS-ului)

1st party - Producătorul SoC (sau producătorul OS-ului) oferă suport pentru kitul de dezvoltare. Softul e proprietary sau opensource. **Beagleboard a avut suport din partea Texas Instruments², pentru android.**

2nd party – furnizorul OS-ului diferă de furnizorul SoC hardware. Aici tipic găsim firme mari joint-venture (precum Linaro). **Beagle a avut suport pe linaro³, pentru android, pe yocto**

3rd party – aici de obicei apar soluții opensource. **Beagle a fost populară pe soluții opensource.**

C. Există vreun criteriu care să îmi impună /să îmi răstrângă alegerea?

Dacă doresc să fac dezvoltare software pe un sistem cu un anumit tip de procesor (se impune modelul de SoC) sau alt element hardware, atunci ar trebui să aleg un kit de dezvoltare cu acel tip de processor (sau element hardware).

De exemplu, plăcile din clasa beagleboard utilizau un procesor produs de Texas Instruments, cu CPU Cortex-A8, arhitectură ARMv7, similar cu telefoane de generația Galaxy Nexus. Anumite tipuri de optimizări hardware (cum ar fi managementul de putere, drivere video), nu puteau fi dezvoltate corespunzător pe simulatoare. Dar puteau fi dezvoltate ușor pe plăci din această clasă.

D. Ce gamă de preț îmi permit pentru/ce interval de timp îmi permit să aloc dezvoltării produsului meu pornind de la placa de dezvoltare?

În funcție de bugetul alocat apriori proiectului cel mai des se întâlnesc 2 situații

- Low budget
- High budget with time constraint

Situația low budget presupune că am timp, dar nu am foarte mulți bani. Este situația care se întâlnește cel mai des. În acest caz ar trebui să evit plăci din categoria USD 1000-10000, chiar dacă în acest fel pierd suportul valoros al producătorului primar (1st party). Focusul meu sunt plăci ieftine <USD200, și în selecție caut plăci cu comunități opensource bine dezvoltate.

Placa Beagleboard a intrat în această categorie. Mai nou interesul pentru această placă a mai scăzut.

Există situații (mai des în lumea startupurilor cu prefinanțare), în care într-o rundă anterioară de finanțare s-a strâns o cantitate apreciabilă de capital, dar s-au impus condiții referitoare

² http://software-dl.ti.com/dsps/dsps_public_sw/sdo_tii/TI_Android_DevKit/02_02_00/index_FDS.html

³ <http://releases.linaro.org/archive/11.10/android/images/mainline-beagle/>

la timpul în care se așteaptă rezultate (trebuie atins un target în 3-6 luni). În acest caz este mai ușor (și recomandat) să cumperi suport de la 1st party.

Tema 1. Pornind de la criteriile/întrebările de mai sus, și (la alegere adăgând alte criterii) discutați utilitatea plăcii beagleboard.

[Elementele component ale unui kit de dezvoltare](#)

Indiferent de prețul unui kit de dezvoltare, pentru a avea succes acesta trebuie să conțină elemente din următoarele categorii. O parte din acestea vin chiar în pachetul kitului, altele sunt disponibile online prin linkuri

Componente hardware:

1. Placă de dezvoltare
2. (optional) Cabluri de conexiune ale plăcii la un PC
3. (optional) sursă de alimentare
4. (optional) programatoare ale plăcii
5. (optional) documentație hardware
6. Procedura de garanție / return to manufacturer agreement (RMA)
7. ...

Componente software:

1. Imagini precompilate (prebuilt) pentru diferite sisteme de operare
2. Cod sursă,
3. (optional) compilatoare , toolchains
4. (optional) sisteme de fișiere
5. (opțional) mediu de dezvoltare tip IDE
6. (optional) simulatoare
7. ...

Componente tip documentație

1. Getting Started
2. Data sheet
3. User Guide
4. User Manual
5. (System) Reference Manual
6. (optional) Technical Reference Manual
7. (optional) Bill of Materials (BOM)
8. (optional) Schematics
9. (optional) Layout/Gerber/alte fișiere pentru producție
10. ...

Componentele hardware.

Placa de dezvoltare este bineînțeles necesară. Aici observația ar fi că unele tipuri de plăci sunt produse în serii foarte limitate, și trebuie evitată stricarea lor cu orice preț. Nu există înlocuitori!

Cabluri conectoare. În funcție de gama de preț a kitului, conectica se oferă sau nu ca parte a pachetului. În cazuri SBC, de cele mai multe ori, conectica apare ca un extra cost.

Idem pentru sursa de alimentare. Sistemele ieftine sunt proiectate să funcționeze cu o gamă mai largă de surse de alimentare.

Programatoarele sunt circuite adaptoare special necesare pentru programarea plăcii sau diverse forme special de interacțiune (high speed hardware debugging). Tipic plăcile SBC cu microcontrollere sau FPGA de generație mai veche au nevoie de programatoare.

Componente software

Softurile pentru plăcile SBC pot veni în 2 forme.

- Variantele prebuilt au fost deja compilate de producător într-o formă funcțională. Sunt foarte utile pentru faze inițiale de board bringup și validare a funcționării plăcii. Ca dezavantaj, funcționalitatea este fixă. Nu se poate extinde sau modifica. Nu este convenabilă dacă sunt necesare feature-uri suplimentare la nivel de kernel, de exemplu.
- Variante source code. Open sau proprietary. Necesită toolchain, rețete de compilare adaptate plăcii de dezvoltare.

Componente tip documentație

Getting started – un document care descrie componentele component hardware în pachetul kit-ului, cum se assemblează, cum se pornește și (optional) validează sistemul. De asemenea face referințe online către alte părți din documentație care din motive de cost nu au fost incluse în pachetul fizic.

Data sheet- un document care descrie foarte succint (1-2 pagini), cu o prezentare glossy, facilitățile boardului.

User guide – un document care merge dincolo de Getting Started, descrie mai în detaliu sistemul și oferă mai mult informații despre modurile de folosire pentru aplicațiile tipice.

User manual – un document care descrie toate facilitățile accesibile utilizatorului final

Reference manual – un document care descrie SBC, cu toate facilitățile accesibile utilizatorului, la un nivel ingineresc. Aici găsim de exemplu mostre de schematics, tabele de codare pentru diversele porturi GPIO.

Technical Reference Manual – un document destinat inginerilor. De obicei aici se fac referiri la ISA (instruction set architecture), arhitectura componentelor hardware din SoC, harta memoriei SoC-ului.

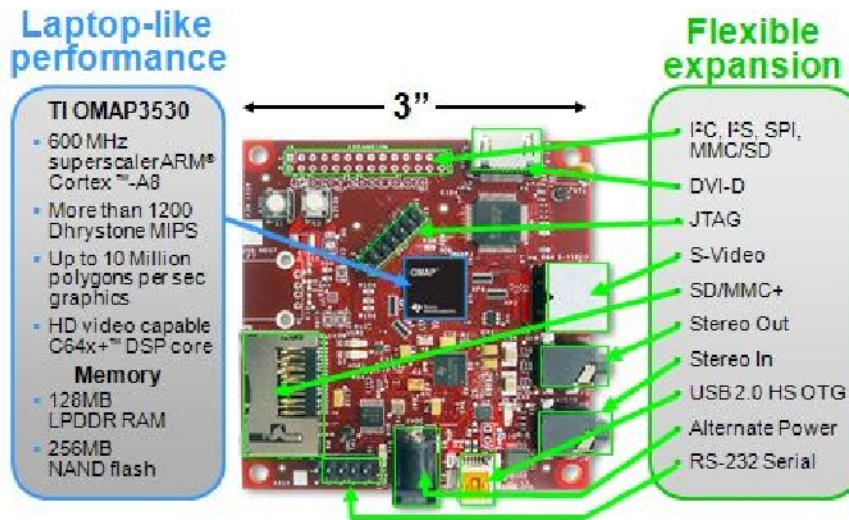
Bill of materials (BOM), Layout– este utilă inginerilor pentru a ști exact ce cipuri, în ce revizie hardware, populează placa de dezvoltare. Utilă pentru reparații, sau în cazul unei plăci opensource hardware, pentru a duplica și modifica placa inițială. De aici se deduce TCF – total cost of fabrication.

Schematics – scheme electrice ale plăcii. Utile pentru a ști ce pini/periferice de la nivelul SoC sunt expuse în exteriorul plăcii, ce valoare logică trebuie setată pentru a aprinde un LED, etc.

Prezentare a plăcii Beagleboard






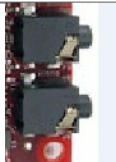

Placa Beagleboard a fost una din primele plăci de dezvoltare tip kit SBC low cost. Când a apărut pe piață costa ~USD150, într-o vreme când kituri similar erau în jur de USD1000+. Site-ul oficial este beagleboard.org. A apărut în câteva variante de echipare hardware.

Cea mai populară a fost revizia C. Din cauza evoluției tehnologice, placa a fost înlocuită de Beagleboard-xM, Pandaboard, Beaglebone, Beaglebone BLACK. Este frecvent ca la căutări pe net să găsiți ceva referitor la unul din succesorii săi, nu legat de placa în sine.



În lucrările de la SMP vom interacționa cu următoarele periferice:

- Slot SD /card SD
- Port serial RS232, prin adaptor RS232-DB9
- Port USB Host
- Alimentare 5VDC
- Port USB OTG
- Mufa audio Out / Audio In
- Mufa HDMI

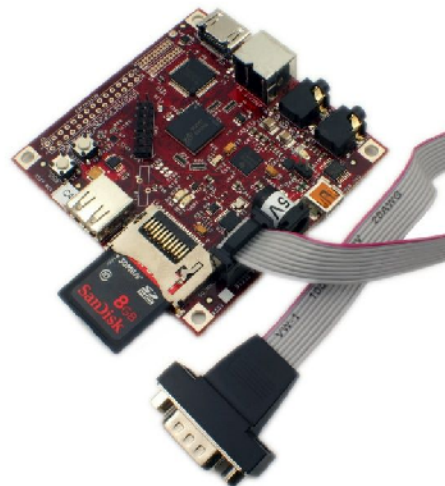
Slot SD	Port serial RS232, cablu adaptor RS232-DB9	Port USB Host	Alimentare 5VDC	Port USB OTG	Mufa Audio IN/Out	Mufa HDMI
						

Conectarea plăcii la PC

Card SD



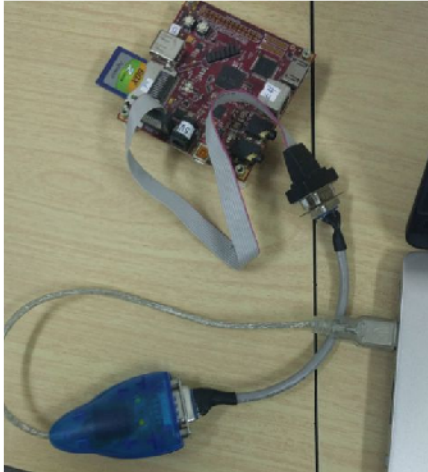
Modul de conectare al cardului SD și al cablului RS232-DB9.



Cablu null-modem si cablu USB-serial



Conexiunea serial – cablu serial adaptor, cablu USB-serial



Legarea cablului HDMI-DVI



Tema 2. Utilizând fișierele din Documents/smp/ marcați ce elemente ale kitului de dezvoltare sunt disponibile pentru placa beagleboard. Completați tabelul de mai jos,

Componente hardware	Marcați cu X elementele prezente	Observatii
Placa de dezvoltare		
Cablu USB-serial		
Cablu serial null-modem		
Sursă/cablu de alimentare 5VDC		
Programator		
Garanție/RMA		
Card SD		
Hub USB		
Tastatura USB		
Mouse USB		
Cablu HDMI-DVI		
Cablu USB-microusb		
Componente software		
Imagine android – beagle		
Imagine Ubuntu - beagle		
Toolchain		
Sisteme de fisiere (yocto)		
Mediu de dezvoltare tip IDE		
Simulatoare		
Componente tip documentatie		
Getting Started		
Data Sheet		
User Guide		
User Manual		
Reference Manual		
Technical Reference Manual		
BOM		
Schematics		
Layout/Gerbers/		

Texas Instruments a oferit, direct și indirect, comunității suport pentru Android și Linux (Ubuntu). Comunitatea open-source a crescut la zeci de mii de membrii, câteva sute activi.

Cablurile și accesoriile se pot achiziționa separat.⁴ Placa funcționează cu o memorie SD (până la SDHC, inclusiv), pe care se încarcă sistemul de operare.

Secvența de bootup.

Sistemele cu microprocesoare, spre deosebire de sistemele cu microcontrollere sau cu FPGA, necesită o inițializare pe etape, datorită complexității funcționalității interne.

De exemplu, PC-urile au următoarea procedură de inițializare

1. BIOS/UEFI
2. GRUB (optional)
3. Bootare kernel Windows/Linux

Similar plăcile cu processor ARM, au o secvență de bootare pe stagii. Secvența de stagiile de bootare sunt în lumea embedded specific fiecărui producător de SoC. Prima etapă este specific producătorului (de exemplu X-Loader este specific lui Texas Instruments). Uzual pentru SoC-uri de arhitectură ARM ultimele două stagii sunt uboot și boot kernel Linux.

O secvență de bootare pentru placa Beagleboard (processor cu arhitectura ARM, tip OMAP3530 de la Texas Instruments)

1. Xloader / MLO
2. Uboot
3. Boot kernel Linux

Noțiuni de descărcare electrostatică

Poate vi s-a întâmplat să mergeți printr-o camera cu mochetă și să fiți curențați/piscați când atingeți un obiect metalic (de exemplu clanța ușii).

Acest fenomen poartă denumirea de descărcare electrostatică. Corpul dumneavoastră se încarcă electrostatic, de la mochetă, încălțăminte, etc.

Piscătura reprezintă momentul de descărcare electrostatică când vă egalizați potențialul electric cu circuitul din care face parte obiectul metalic pe care l-ați atins. Dacă acest circuit include și component SMD de pe placa de dezvoltare aceasta se poate defecta definitiv.

Descărcarea ESD este foarte periculoasă pentru circuitele electronice. Dacă ați întâlnit un astfel de fenomen la laboratorul de SMP chemați profesorul pentru a fi instruit cum să țineți și să interacționați cu placa de dezvoltare, pentru a limita potențialul de defectare.

Pentru înlăturarea sa în industrie se poartă brățări electrostatice legate la pământ. Dacă acest lucru nu este posibil se ține de muchiile laterale placa PCB în timpul operațiilor de manipulare, înfipț/scos conectori. Dacă nici acest lucru nu este posibil, se caută suprafețe metalice mari pe placă (de exemplu conectorul SVideo), și se atinge acesta înaintea oricărui alt punct de pe placă.

⁴ <https://specialcomp.com/beagleboard/order.htm>

Interacțiune cu placa Beagleboard

Porniți Linux.

Porniți Terminal.

Leगाți placa de dezvoltare prin suita de cabluri seriale la un port USB din PC. Legați placa prin cablu HDMI la monitor.

Identificați portul `/dev/tty*` care corespunde adaptorului USB-serial pe care de abia l-ați inserat.

Modalitatea 1:

```
dmesg |tail
```

Scoateți cablul usb-serial din PC.

Ultimele mesaje ar trebui să comunice identificarea unui device nou căruia îi este asignat portul `ttyUSB0` (sau `ttyUSB1`, `2`,...etc, Tastați în terminal `ls /dev/tty` apoi apăsați tasta TAB.

Tastați în terminal `ls /dev/tty` apoi apăsați tasta TAB.

Fiți atenți la finalul listei.

Inserați cablul USB-serial.

Fiți atenți la finalul listei. Ar trebui să apară o intrare nouă tip `/dev/ttyUSB0`, care corespunde cablului USB-serial.

Metoda 2:

Inserați cablul USB-serial.

in funcție de câte astfel de dispozitive aveți instalate în calculator la momentul respectiv).

Tastați

Tastați `screen /dev/ttyUSB* 115200n8` unde in loc de `ttyUSB*` folosiți id-ul identificat la punctul precedent.

În această fereastră de terminal ar trebui să vedeți outputul de la placă.

Înainte de alimentarea plăcii chemați profesorul pentru a verifica corectitudinea conexiunii. Alimentați placa.

Observați secvența de bootare. Aceasta ar trebui să fie similară cu cea de mai jos, posibilele surse de diferență semnificative pentru noi fiind cele bolduite.

```
Texas Instruments X-Loader 1.4.2 (Feb 19 2009 - 12:01:24)
Reading boot sector
Loading u-boot.bin from mmc
```

U-Boot 2010.06 (Jan 14 2011 - 15:46:27)

```
OMAP3430/3530-GP ES3.0, CPU-OPP2 L3-165MHz
OMAP3 Beagle board + LPDDR/NAND
I2C:   ready
DRAM:  256 MiB
NAND:  256 MiB
In:    serial
Out:   serial
Err:   serial
Beagle Rev C1/C2/C3
Die ID #133a00030000000040323090b00901e
Hit any key to stop autoboot:  0
OMAP3 beagleboard.org #
```

Tema 4. Identificați sursele de diferență față de mostra de mai sus. Și notațiile pe hartie.

Tema 5. Care porțiune de output corespunde primului stadiu de boot (X-Loader/MLO)? Care corespunde celui de-al doilea stadiu de boot (Uboot)?

Finalizați bootarea în android.

În consola serială de pe placă (accesibilă în fereastra screen) tastați comenzile de mai jos (atenție, comanda setenv se introduce pe o singură linie).

```
mmc init

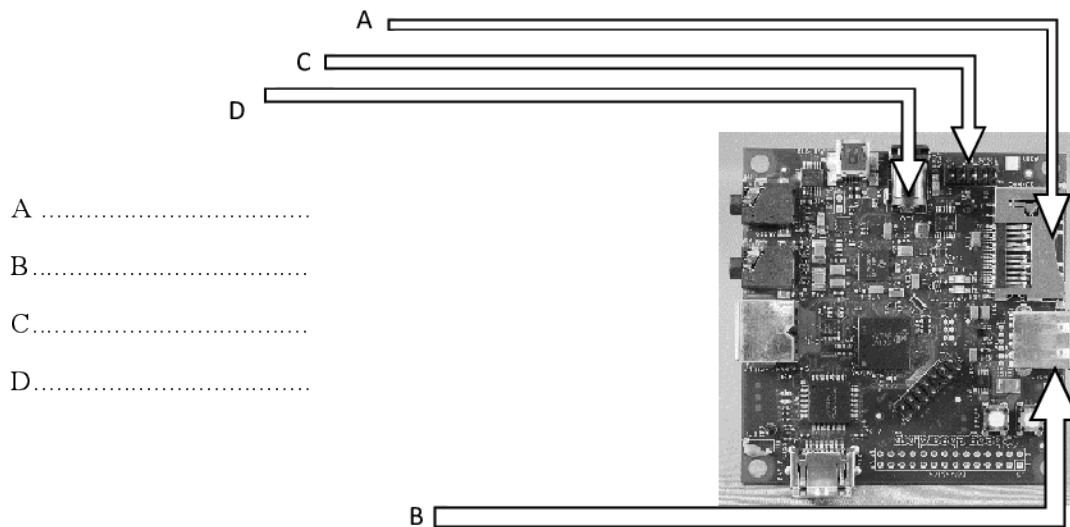
fatload mmc 0 80200000 uImage

setenv bootargs 'console=ttyS2,115200n8 androidboot.console=ttyS2
mem=256M root=/dev/mmcblk0p2 rw rootfstype=ext3 rootdelay=1
init=/init ip=off mpurate=720 omap_vout.vidl_static_vrfb_alloc=y'

bootm 0x80200000
```

Întrebări

11. Completați numele perifericului asociat cu numărul din poza alăturată⁵.



A

B

C

D

12. Dacă sunteți ‘pișcați’ când atingeți o ușă, sau altă suprafață metalică ce trebuie să faceți înainte de a atinge placa de dezvoltare (încercuți toate opțiunile corecte)

- a. să vă frecați palmele
- b. să vă puneți o brățară electrostatică
- c. să chemați profesorul
- d. să atingeți o suprafață metalică de pe placă (cum ar fi conectorul Svideo)

13. Scrieți în câteva cuvinte ce etape ați observat (pe consolă și pe ecran) în cadrul lucrării de laborator, în timpul bootării imaginii android (5 rînduri). Precizați dacă nu ați obținut ce era așteptat și ce ați făcut pentru remedierea situației.

14. Stabiliți corespondența dintre elementele de conexiune i-iv și porturile A-F de pe placă. Sunt necesare 4 corespondențe.

- | | |
|-------------------------|-------------|
| i. cablu usb-serial | A. DVI-D |
| ii. card SD | B. 5VDC |
| iii. cablu dvi-hdmi | C. USB OTG |
| iv. cablu de alimentare | D. USB HOST |
| | E. SD/MMC |
| | F. RS232 |

⁵ https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e1/Beagle_Board_big.jpg, CC, 10.02.2017, modificată