Panda+ Operating System

Specifiche di Progetto

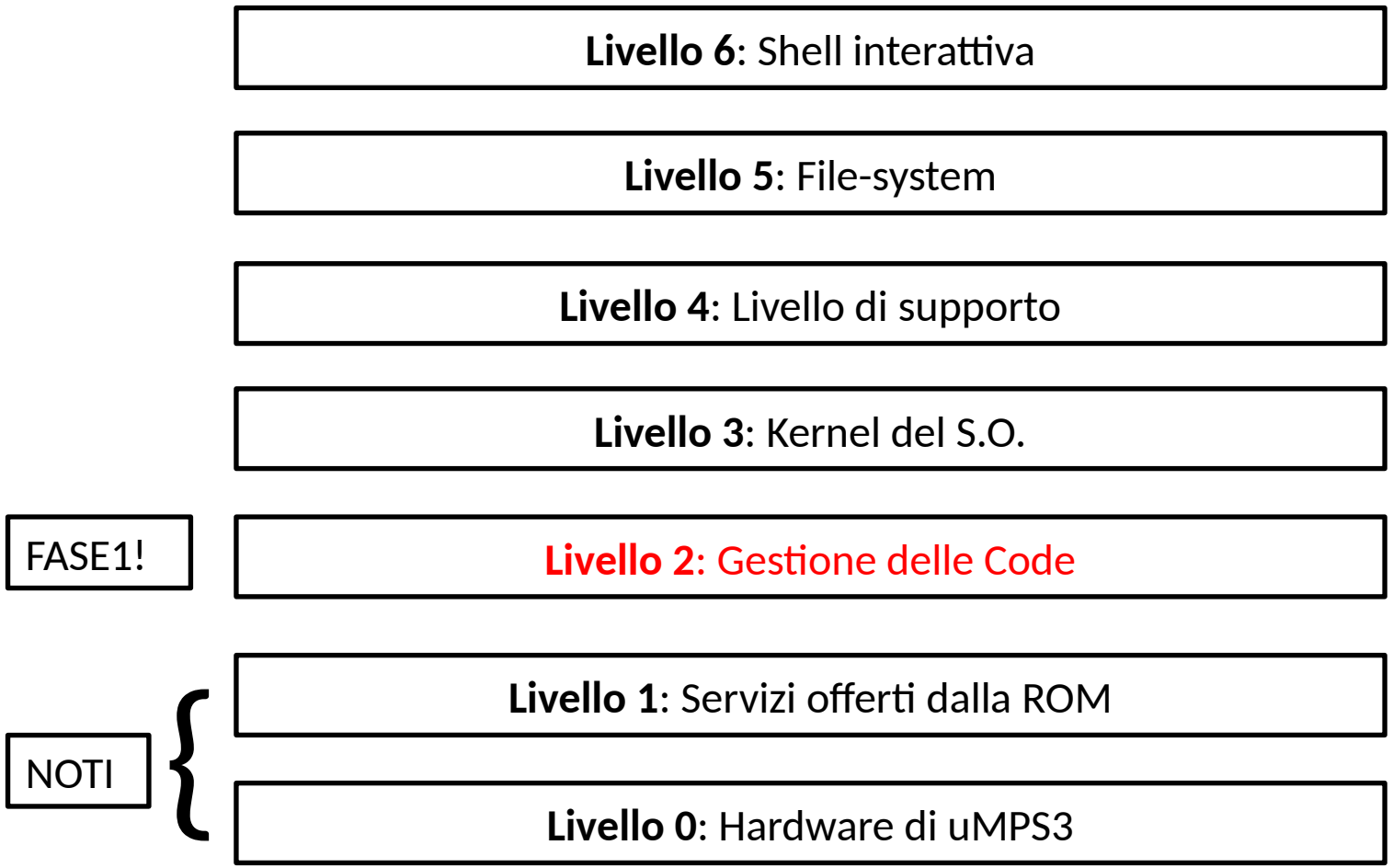
FASE 2

v.0.1

Anno Accademico 2022-2023
(da un documento di Marco di Felice)

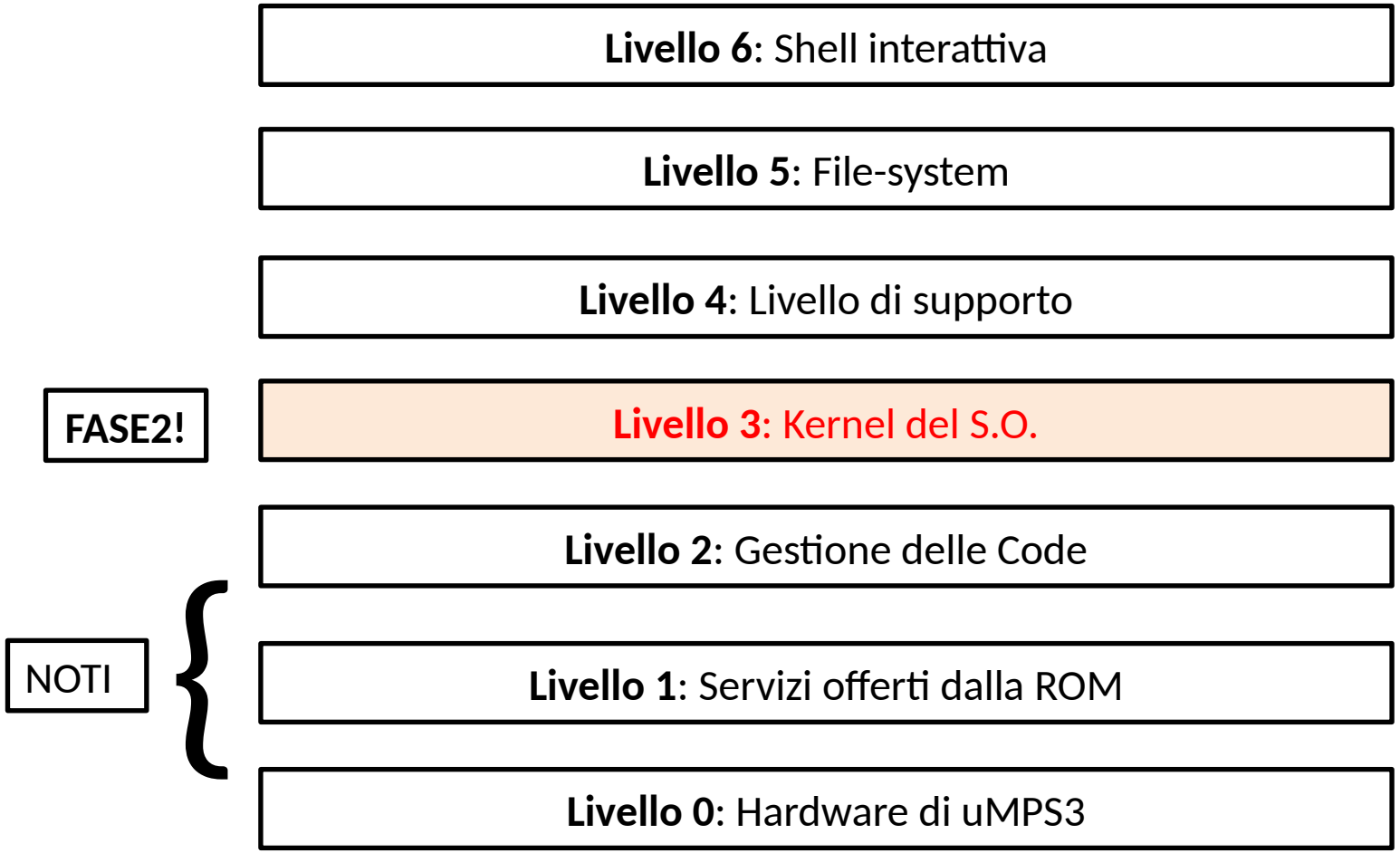
Panda+

- Sistema Operativo in 6 **livelli** di astrazione.



Panda+

- Sistema Operativo in 6 **livelli** di astrazione.



Livello 3 del S.O.

- **Funzionalita'** che il nucleo deve gestire:
  - **Inizializzazione** del sistema
  - **Scheduling** dei processi
  - Gestione delle **eccezioni**

Quella che segue e' una visione panoramica delle specifiche; per le informazioni dettagliate e' indispensabile fare riferimento ai manuali di Pandos/Panda+ (capitolo 3 rivisto) e uMPS3.

Livello 3 del S.O.

- **Funzionalita'** che il nucleo deve gestire:
  - **Inizializzazione** del sistema
  - **Scheduling** dei processi
  - Gestione delle **eccezioni**

Strutture dati necessarie

Variabili globali per:

- Conteggio dei processi vivi
- Conteggio dei processi bloccati
- Coda dei processi “ready”
- Puntatore al processo correntemente attivo
- Un semaforo (e.g. una variabile int) per ogni (sub) dispositivo. Non necessariamente tutti questi semafori sono sempre attivi.
- Strutture dati gia’ gestite in fase 1

Inizializzazione: strutture dati

- Al contrario di fase 1 il vostro codice ha controllo a partire dal main()
- Inizializzare i moduli di fase 1: initPcbs(), initSemd() e initNS()
- Inizializzare le variabili elencate nella slide precedente
- Popolare il pass up vector con gestore e stack pointer per eccezioni e TLB-Refill

Inizializzazione: dispositivi

- E’ sufficiente caricare l’Interval Timer con in valore corrispondente a 100 millisecondi, scrivendolo nel registro corrispondente

- Questo valore dipende dalla frequenza di esecuzione del processore, non puo’ essere una semplice costante.

Inizializzazione: scheduler

- Allocare un processo (pcb_t) in kernel mode, con interrupt abilitati, stack pointer a RAMTOP e program counter che punta alla funzione test() (fornita da noi).
- Inserire questo processo nella Ready Queue.
- invocare lo scheduler.

Pass Up Vector

Nell'evento di un'eccezione uMPS3 salva lo stato del processore in una specifica locazione di memoria (0x0FFFF000) e carica PC e SP che trova nel Pass Up Vector, una struttura che dovete popolare all'indirizzo 0x0FFFF900.

Il Pass Up Vector distingue tra TLB-Refill e tutte le altre eccezioni (per distinguere ulteriormente si veda il registro Cause).

Le eccezioni non possono essere annidate.

Livello 3 del S.O.

- **Funzionalita'** che il nucleo deve gestire:
  - **Inizializzazione** del sistema
  - **Scheduling** dei processi
  - Gestione delle **eccezioni**

Scheduler

Una volta che lo scheduler viene lanciato la prima volta il controllo non dovrebbe piu' tornare al main().

Da qui in avanti l'esecuzione e' in mano al processo di test; l'unico momento in cui si torna al vostro kernel e' nell'eventualita' di un'eccezione.

Scheduler

Lo scheduler di Panda+ ha un singolo livello di priorita'.

Lo scheduler e' implementato con una coda di processi.

Il ruolo dello scheduler e', fondamentalmente, decidere quale processo deve entrare in esecuzione.

Scheduler

Se la coda dei processi non e’ vuota si estrae il primo processo disponibile da li’ e lo si carica in esecuzione.

I processi vengono estratti dalla coda in ordine FIFO.

Stato del processore

```
typedef struct state {
    unsigned int entry_hi;
    unsigned int cause;
    unsigned int status;
    unsigned int pc_epc;
    unsigned int gpr[STATE_GPR_LEN];
    unsigned int hi;
    unsigned int lo;
} state_t;
```

Nota: Per assegnare il registro pc e' necessario scrivere lo stesso valore anche nel registro t9

Stato del processore

Caricare un processo in esecuzione significa copiare il suo stato salvato (il campo p_s del relativo pcb_t) nel processore.

A questo scopo esiste la funzione LDST.

Scheduler

Un processo puo’ essere:

- ready
- running
- blocked/waiting

Il contatore di “soft blocked” indica il numero di processi bloccati su un’operazione di IO (che quindi finira’) e non un semaforo.

Man mano che i processi passano da uno stato all’altro e’ vostra responsabilita’ aggiornare questo contatore.

Scheduler

Se ad un certo momento la coda e’ vuota, lo scheduler deve verificare alcune condizioni:

- Se non ci sono piu’ processi (Process Count == 0), spegnere la macchina con HALT().
- Se Process Count > 0 e Soft Blocked Count > 0 il processore deve essere messo in stato di attesa (funzione WAIT()).
- Se Process Count > 0 e Soft Blocked Count == 0 lo scheduler e’ in deadlock: invocare PANIC().

Il processo di test

Il processo che si occupa di verificare le funzionalità di test va lanciato alla fine dell'inizializzazione e lasciato operare senza interferenze fino alla fine.

Sarà sua responsabilità creare nuovi processi usando la system call preposta.

Livello 3 del S.O.

- **Funzionalita'** che il nucleo deve gestire:
  - **Inizializzazione** del sistema
  - **Scheduling** dei processi
  - Gestione delle **eccezioni**

TLB-Refill

Eccezione che viene sollevata quando nel TLB non viene trovata una entry valida.

Non e’ da gestire in questa fase; potete popolare la relativa parte del Pass Up Vector con la funzione uTLB_RefillHandler() che troverete nel file p2test.c

Tutte le altre eccezioni

Nel caso di un'eccezione che non sia TLB-Refill, l'altro handler del Pass Up Vector viene invocato dal BIOS.
Per distinguere effettivamente di che eccezione si tratta bisogna leggere il registro Cause.ExcCode:

- 0 = Interrupt
- 1-3 = TLB Trap
- 4-7,9-12 = Program Trap
- 8 = Syscall

Tutte le altre eccezioni

Per quanto riguarda TLB Trap e Program Trap, tutto quello che si deve fare e' passare il controllo a un gestore indicato dal processo corrente (se presente) oppure ucciderlo.

I processi possono specificare questo gestore al momento della creazione tramite System Call; e' salvato nel campo p_supportStruct della struttura pcb_t.

Gestione delle SYSCALL

Le eccezioni di classe System Call vengono sollevate con l'istruzione SYSCALL.
Per passare dei parametri all'eccezione vengono usati i registri a0, a1, a2 e a3.

In base al codice in a0 si esegue una delle seguenti operazioni, usando a1 - a3 come argomenti.

Gestione delle SYSCALL

- SYSCALL 1: **Create_Process**

```
int SYSCALL(CREATEPROCESS, state_t *statep, support_t *supportp,
nsd_t *ns)
```

  - Questa system call crea un nuovo processo come figlio del chiamante. Il primo parametro contiene lo stato che deve avere il processo. Se la system call ha successo il valore di ritorno è zero altrimenti è -1.
  - supportp e' un puntatore alla struttura di supporto del processo
  - restituisce il pid del processo

Gestione delle SYSCALL

- SYSCALL 1: **Create_Process**

```
int SYSCALL(CREATEPROCESS, state_t *statep, support_t *supportp,
nsd_t *ns)
```

  - Ns descrive il namespace di un determinato tipo da associare al processo, senza specificare il namespace (NULL) verra' ereditato quello del padre.

Gestione delle SYSCALL

- SYSCALL 1: **Create_Process**

  Al momento della creazione di un processo e' necessario creare per questo un id univoco che lo identifichi.

  L'id puo' essere (per esempio) un numero progressivo non nullo oppure l'indirizzo della struttura pcb_t corrispondente.

Gestione delle SYSCALL

- SYSCALL 2: **Terminate_Process**

```
void SYSCALL(TERMPROCESS, int pid, 0, 0)
```

  - Quando invocata, la **SYS2** termina il processo indicato dal secondo parametro insieme a tutta la sua progenie.
  - Se il secondo parametro e' 0 il bersaglio e' il processo invocante.

Gestione delle SYSCALL

- SYSCALL 3: **Passeren**

```
void SYSCALL(PASSEREN, int *semaddr, 0, 0)
```

  - Operazione di richiesta di un semaforo binario. Il valore del semaforo è memorizzato nella variabile di tipo intero passata per indirizzo. L'indirizzo della variabile agisce da identificatore per il semaforo.

Gestione delle SYSCALL

- SYSCALL 4: **Verhogen**

```
void SYSCALL(VERHOGEN, int *semaddr, 0, 0)
```

  - Operazione di rilascio su un semaforo binario. Il valore del semaforo è memorizzato nella variabile di tipo intero passata per indirizzo. L'indirizzo della variabile agisce da identificatore per il semaforo.

Gestione delle SYSCALL

- SYSCALL 5: **DO_IO**

  int SYSCALL(DOIO, int *cmdAddr, int *cmdValues, 0)

  - Effettua un'operazione di I/O. CmdValues e' un vettore di 2 interi (per I terminali) o 4 interi (altri device).
  - La system call carica I registri di device con i valori di CmdValues scrivendo il comando cmdValue nei registri cmdAddr e seguenti, e mette in pausa il processo chiamante fino a quando non si e' conclusa.
  - L'operazione è bloccante, quindi il chiamante viene sospeso sino alla conclusione del comando. Il valore ritornato deve essere zero se ha successo, -1 in caso di errore. Il contenuto del registro di status del dispositivo potra' essere letto nel corrispondente elemento di cmdValues.

Gestione delle SYSCALL

- SYSCALL 6: **Get_CPU_Time**

```
int SYSCALL(GETTIME, 0, 0, 0)
```

  - Quando invocata, la **NSYS6** restituisce il tempo di esecuzione (in microsecondi) del processo che l'ha chiamata fino a quel momento.
  - Questa System call implica la registrazione del tempo passato durante l'esecuzione di un processo.

Gestione delle SYSCALL

- SYSCALL 7: **Wait_For_Clock**

```
int SYSCALL(CLOCKWAIT, 0, 0, 0)
```

  - Equivalente a una Passeren sul semaforo dell'Interval Timer.
  - Blocca il processo invocante fino al prossimo tick del dispositivo.

Gestione delle SYSCALL

- SYSCALL 8: **Get_Support_Data**

```
support_t* SYSCALL(GETSUPPORTPTR, 0, 0, 0)
```

  - Restituisce un puntatore alla struttura di supporto del processo corrente, ovvero il campo p_supportStruct del pcb_t.

Gestione delle SYSCALL

- SYSCALL 9: **Get_Process_Id**

```
int SYSCALL(GETPROCESSID, int parent, 0, 0)
```

  - Restituisce l'identificatore del processo invocante se parent == 0, quello del genitore del processo invocante altrimenti.
  - Se il parent non e' nello stesso PID namespace del processo figlio, questa funzione ritorna 0 (se richiesto il pid del padre)!

Gestione delle SYSCALL

- SYSCALL 10: **Get_Children**

```
int SYSCALL(GET_CHILDREN, int *children, int size, 0)
```

  - Un processo che invoca questa system call riceve la lista dei suoi figli dentro all'array children.
  - Il campo size indica la dimensione massima da caricare dentro l'array children.
  - La system call ritorna il numero di figli di un processo (che potrebbe non aver caricato in children se troppo piccolo).

Gestione delle SYSCALL

- SYSCALL 10: **Get_Children**

```
int SYSCALL(GET_CHILDREN, int *children, int size, 0)
```

  - Se un figlio non e' nello stesso namespace PID del chiamante, questa funzione non ritorna quel figlio nell'array childrens!

Gestione delle SYSCALL

Le System Call elencate identificate da un numero da 1 a 10 sono invocabili solo da processi in kernel mode; se si riconosce che il processo chiamante e' in user mode quest'ultimo deve essere terminato.

Il processo in kernel mode deve essere terminato anche se chiama una System Call con codice ma inesistente.

Gestione delle SYSCALL

SYSCALL non e' una convenzionale chiamata di funzione. Lo stato del processo viene salvato e si passa al contesto del kernel: i parametri vengono letti nei registri a0-a3, e il valore di ritorno viene passato al processo chiamante nel registro v0.

Il processo viene interrotto nell'istruzione SYSCALL; per procedere il program counter deve essere incrementato di una word (4 byte).

Gestione degli Interrupt

- Tabella degli interrupt …

Interrupt Line	Device Class
0	Inter-processor interrupts
1	Processor Local Timer
2	Bus (Interval Timer)
3	Disk Devices
4	Tape Devices
5	Network (Ethernet) Devices
6	Printer Devices
7	Terminal Devices

Gestione degli Interrupt

- Tabella degli interrupt …

Interrupt Line	Device Class
0	Inter-processor interrupts
1	Processor Local Timer
2	Bus (Interval Timer)
3	Disk Devices
4	Tape Devices
5	Network (Ethernet) Devices
6	Printer Devices
7	Terminal Devices

Un solo dispositivo

Otto dispositivi per Ciascuna linea

Distinguere tra sub-device in ricezione o trasmissione

Gestione degli Interrupt

- Il nucleo deve gestire le linee di interrupt da 1 a 7.

- **Azioni** che il nucleo deve svolgere:
  1. **Identificare** la sorgente dell'interrupt
     - **Linea**: registro Cause.IP
     - **Device** sulla linea (>3): Interrupting Device Bit Map

  2. **Acknowledgment** dell'interrupt

     - Scrivere un comando di ack (linea >3) o un nuovo comando nel registro del device.

- Interrupt con numero di linea più bassa hanno priorità più alta, e dovrebbero essere gestiti per primi.

Gestione degli Interrupt

Utilizzate un semaforo per ogni device per “risvegliare” il processo che ha richiesto l’operazione di I/O con la SYSCALL 5 (due semafori per i terminali che sono device “doppi”).

Notate che le linee di interrupt per i dispositivi di I/O (dalla linea 3 in poi) possono essere relative a istanze multiple, per cui bisogna distinguere quale di esse abbia effettivamente lanciato l’eccezione.

Syscall > 10, Trap

Se si verifica una System Call con codice > 10 o una eccezione Trap, il controllo dovrebbe passare per la struttura di supporto indicata al momento della creazione del processo. Se non e' stata indicata (NULL), il processo deve terminare.

Struttura di supporto

```
typedef struct context t {
    unsigned int stackPtr, status, pc;
} context t;

typedef struct support t {
    int sup_asid;
    state_t sup_exceptState[2];
    context_t sup_exceptContext[2];
} support t;
```

Riassumendo

Nel file p2test.c viene fornita la funzione di test, che si occupa di verificare le funzionalità richieste.

L’esecuzione del test e’ corretta se questo arriva al termine senza andare in PANIC.

Riassumendo

Tutti i dettagli sono spiegati in profondita' nel capitolo 3 del libro (rivisto dal professore per Panda+):

http://www.cs.unibo.it/~renzo/so/panda+/panda+2.pdf

Questi lucidi sono disponibili:

http://www.cs.unibo.it/~renzo/so/panda+/panda+phase2.pdf

E nel manuale di uMPS3:

https://www.cs.unibo.it/~renzo/doc/umps3/uMPS3princOfOperations.pdf

Gestione del progetto

- Cosa consegnare:
  - Sorgenti (al completo)
  - Makefile o build tool analogo
  - Documentazione (.pdf o .txt, evitate i .docx)
  - file AUTHORS.txt, README.txt, etc

- Nella documentazione indicate scelte progettuali ed eventuali difficolta'/errori presenti.

Gestione del progetto

- **DATE** di consegna

  18 giugno 2023 23:59 CEST

  23 luglio 2023 23:59 CEST

  10 settembre 2023 23:59 CEST

- La consegna deve essere effettuata come per Fase1 spostando l'archivio contenente il progetto nella directory di consegna di Fase2 (submit_phase2) associata al gruppo.