Politecnico di Milano
Dipartimento di Elettronica, Informazione e Bioingegneria

prof.ssa	Anna	Antola	prof.	Giuseppe	Pelagatti
prof.	Luca	Breveglieri	prof.ssa	Donatella	Sciuto
prof.	Roberto	Negrini	prof.ssa	Cristina	Silvano

AXO – Architettura dei Calcolatori e Sistemi Operativi

SECONDA PARTE di 2 luglio 2018

Cognome_____ **Nome** _____

Matricola_____ **Firma**_____

Istruzioni

- Si scriva solo negli spazi previsti nel testo della prova e non si separino i fogli.
- Per la minuta si utilizzino le pagine bianche inserite in fondo al fascicolo distribuito con il testo della prova. I fogli di minuta se staccati vanno consegnati intestandoli con nome e cognome.
- È vietato portare con sé libri, eserciziari e appunti, nonché cellulari e altri dispositivi mobili di calcolo o comunicazione. Chiunque fosse trovato in possesso di documentazione relativa al corso – anche se non strettamente attinente alle domande proposte – vedrà annullata la propria prova.
- Non è possibile lasciare l'aula conservando il tema della prova in corso.
- Tempo a disposizione 1 h : 30 m

Valore indicativo di domande ed esercizi, voti parziali e voto finale:

esercizio 1 (4 punti) _____

esercizio 2 (5 punti) _____

esercizio 3 (5.5 punti) _____

esercizio 4 (1.5 punti) _____

voto finale: (16 punti) _____

esercizio n. 1 – programmazione concorrente

Si consideri il programma C seguente (gli "`#include`" e le inizializzazioni dei mutex sono omessi, come a-anche il prefisso pthread delle primitive di libreria NPTL):

```
pthread_mutex_t open, close
sem_t pass
int global = 0
```

```
void * start (void * arg) {
   sem_wait (&pass)
   mutex_lock (&close)
   sem_wait (&pass)
   mutex_unlock (&close)                          /* statement A */
   global = 2
   mutex_lock (&open)
   global = 3
   mutex_unlock (&open)
   sem_post (&pass)                               /* statement B */
   return arg
} /* end start */
```

```
void * quit (void * arg) {
   mutex_lock (&open)
   sem_post (&pass)
   mutex_lock (&close)
   global = 4
   sem_post (&pass)
   mutex_unlock (&close)                          /* statement C */
   mutex_unlock (&open)
   sem_wait (&pass)
   return NULL
} /* end quit */
```

```
void main ( ) {
   pthread_t th_1, th_2
   sem_init (&pass, 0, 0)
   create (&th_1, NULL, start, (void * 1)
   create (&th_2, NULL, quit, NULL)
   join (th_1, &global)                           /* statement D */
   join (th_2, NULL)
   return
} /* end main */
```

Si completi la tabella qui sotto **indicando lo stato di esistenza del *thread*** nell'istante di tempo specificato da ciascuna condizione, così: se il *thread* **esiste**, si scriva ESISTE; se **non esiste**, si scriva NON ESISTE; e se può essere **esistente** o **inesistente**, si scriva PUÒ ESISTERE. Ogni casella della tabella va riempita in uno dei tre modi (non va lasciata vuota).

Si badi bene alla colonna "condizione": con "subito dopo statement X" si chiede lo stato che il *thread* assume tra lo statement X e lo statement immediatamente successivo del *thread* indicato.

condizione	***thread***	
	`th_1 – start`	**`th_2 – quit`**
subito dopo stat. **A**	Esiste	Esiste
subito dopo stat. **B**	Esiste	Può esistere
subito dopo stat. **C**	Esiste	Esiste
subito dopo stat. **D**	Non esiste	Può esistere

Si completi la tabella qui sotto, **indicando i valori delle variabili globali** (sempre esistenti) nell'istante di tempo specificato da ciascuna condizione. Il **valore** della variabile va indicato così:

- intero, carattere, stringa, quando la variabile ha un valore definito; oppure X quando è indefinita
- se la variabile può avere due o più valori, li si riporti tutti quanti
- il semaforo può avere valore positivo o nullo (non valore negativo)

Si badi bene alla colonna "condizione": con "subito dopo statement X" si chiede il valore (o i valori) che la variabile ha tra lo statement X e lo statement immediatamente successivo del *thread* indicato.

condizione	**variabili globali**	
	pass	*global*
subito dopo stat. **A**	0	4
subito dopo stat. **C**	2 - 1 - 0	4 - 2
subito dopo stat. **D**	1 - 0	1

Il sistema può andare in stallo (*deadlock*), con uno o più *thread* che si bloccano (con *deadlock* si intende anche un blocco dovuto a un solo *thread* che non potrà mai proseguire), in **due casi**. Si indichino gli statement **dove avvengono i blocchi**:

QUANTI CASI DI DEADLOCK (indicare il numero) ?

caso	**`th_1 – start`**	**`th_2 – quit`**	*global*
1	sem_wait(&pass)	mutex_lock(&close)	0
2	sem_wait(&pass)	-	4

esercizio n. 2 – processi e nucleo

prima parte – gestione dei processi

```
// programma double_buffer.c
char buffer1[BUFFER_SIZE]
Char buffer2[BUFFER_SIZE]
fd input_file_fd
sem_t buffer1_ready, buffer1_empty
sem_t buffer2_ready, buffer2_empty
```

```
void * READER (void * arg) {
  sem_wait(&buffer1_empty)
  read(input_file_fd, &buffer1, 300)
  sem_post(&buffer1_ready)
  sem_wait(&buffer2_empty)
  read(input_file_fd, &buffer2, 300)
  sem_post(&buffer2_ready)
  return NULL
}  /* READER */
```

```
void * EXECUTER (void * arg) {
  sem_wait(&buffer1_ready)
  pid1 = fork()
  if (pid1 == 0) { // eseguito da Q
    execl("/acso/exec", "exec", buffer1)
    write(stdout, error_msg, 50)
  } else {
    sem_wait(&buffer2_ready)
    do_work(buffer2)
    sem_post(&buffer2_empty)
    pid1 = wait( &status )
    sem_post(&buffer1_empty)
  }
  return NULL
}  /* CONSUMER */
```

```
main ( ) {  // codice eseguito da P
    pthread_t TH_1, TH_2
    sem_init(&buffer1_ready, 0)
    sem_init(&buffer1_empty, 1)
    sem_init(&buffer2_ready, 0)
    sem_init(&buffer2_empty, 1)
    input_file_fd = open( "in.dat", O_RDONLY )
    pthread_create( &TH_1, NULL, EXECUTER, NULL )
    pthread_create( &TH_2, NULL, READER, NULL )
    pthread_join( TH_1, NULL )
    pthread_join( TH_2, NULL )
    exit (0)
}  /* main */
```

```
// programma execution.c
main ( ) { // codice eseguito da Q
    elaborate_input_file( argv[1]);
    exit (0)
}
```

Un processo ***P*** esegue il programma ***double_buffer*** e crea i thread ***TH_1*** e ***TH_2***. Il thread ***TH_1*** crea il figlio ***Q***, che esegue una mutazione di codice (programma **execution**) che va a buon fine

Si simuli l'esecuzione dei processi completando tutte le righe presenti nella tabella così come risulta dal codice dato, dallo stato iniziale e dagli eventi indicati. Si completi la tabella riportando quanto segue:

- ⟨ *PID*, *TGID* ⟩ di ciascun processo che viene creato
- ⟨ *evento* oppure *identificativo del processo-chiamata di sistema / libreria* ⟩ nella prima colonna, dove necessario e in funzione del codice proposto (le istruzioni da considerare sono evidenziate in grassetto)
- in ciascuna riga lo stato dei processi **al termine dell'evento o della chiamata associata alla riga stessa**; si noti che la prima riga della tabella **potrebbe essere solo parzialmente completata**

TABELLA DA COMPILARE

identificativo simbolico del processo		***IDLE***	***P***	***TH_1***	***TH_2***	***Q***
evento oppure *processo-chiamata*	*PID*	1	*2*	3	4	5
	TGID	1	*2*	2	2	5
P –open	0	esec	A(open)	NE	NE	NE
interrupt da *DMA_in*, tutti i blocchi richiesti trasferiti	10	pronto	ESEC	NE	NE	NE
P - pthread_create(TH1)	20	pronto	ESEC	pronto	NE	NE
P - pthread_create(TH2)	30	pronto	ESEC	pronto	pronto	NE
P - join(TH1)	40	pronto	A join	ESEC	pronto	NE
TH1 - sem_wait(&B1R)	50	pronto	A join	A sem	ESEC	NE
TH2 - sem_wait(&B1E)	60	pronto	A join	A sem	ESEC	NE
TH2 - read	70	ESEC	A join	A sem	A read	NE
Interrupt da DMA_IN, 300 blocchi trasferiti	80	pronto	A(TH1)	A(sem)	esec	NE
TH2 - sem_post(&B1R)	90	pronto	A join	ESEC	pronto	NE
TH1 - fork	100	pronto	A join	ESEC	pronto	pronto
TH1 - sem_wait(&B2R)	110	pronto	A join	A sem	ESEC	pronto
TH2 - sem_wait(&B2E)	120	pronto	A join	A sem	ESEC	pronto
TH2 - read	130	pronto	A join	A sem	A read	ESEC

seconda parte – scheduling

Si consideri uno Scheduler CFS con **3 task** caratterizzato da queste condizioni iniziali (**da completare**):

CONDIZIONI INIZIALI (da completare)							
RUNQUEUE	**NRT**	**PER**	**RQL**	**CURR**	**VMIN**		
	3	6	4	t1	100		
TASK	**ID**	**LOAD**	**LC**	**Q**	**VRTC**	**SUM**	**VRT**
CURRENT	t1	2	0.5	3	0.5	10	100
RB	t3	1	0.25	1.5	1	10	100
	t2	1	0.25	1.5	1	10	101

Durante l'esecuzione dei task si verificano i seguenti eventi:

`Events of task t1:  WAIT at 1,5; WAKEUP after 1,0;`

Simulare l'evoluzione del sistema per **3 eventi** riempiendo le seguenti tabelle.

Indicare la valutazione delle condizioni di preemption per l'evento di WAKEUP nell'apposito spazio alla fine dell'esercizio.

T1 -> VRT = 100 + 1.5 * 0.5 = 100.75

EVENTO		**TIME**	**TYPE**	**CONTEXT**	**RESCHED**		
		1.5	WAIT	T1	TRUE		
RUNQUEUE	**NRT**	**PER**	**RQL**	**CURR**	**VMIN**		
	2	6	2	T3	100		
TASK	**ID**	**LOAD**	**LC**	**Q**	**VRTC**	**SUM**	**VRT**
CURRENT	T3	1	0.5	3	1	10	100
RB	T2	1	0.5	3	1	10	101
WAITING	T1	1				11.5	100.75

T3 -> VRT = 100 + 1 * 1 = 101

T1 -> VRT = 100.75

EVENTO	TIME	TYPE	CONTEXT	RESCHED
	2.5	WAKE UP	T3	FALSE

RUNQUEUE	NRT	PER	RQL	CURR	VMIN
	3	6	4	T3	101

TASK	ID	LOAD	LC	Q	VRTC	SUM	VRT
CURRENT	T3	1	0.25	1.5	1	11	101
RB	T2	1	0.25	1.5	1	10	101
	T1	2	0.5	3	0.5	11.5	100.75
WAITING							

T3 -> VRT = 101 + 0.5 * 1 = 101.5

EVENTO	TIME	TYPE	CONTEXT	RESCHED
	3	S.Q.D.T	T3	TRUE

RUNQUEUE	NRT	PER	RQL	CURR	VMIN
	3	6	4	T1	101

TASK	ID	LOAD	LC	Q	VRTC	SUM	VRT
CURRENT	T1	2	0.5	3	0.5	11.5	100.75
RB	T2	1	0.25	1.5	1	10	101
	T3	1	0.25	1.5	1	11.5	101.5
WAITING							

Valutazione della necessità di rescheduling per l'evento di WAKEUP:

Tempo dell'evento considerato: 2.5

Calcolo: 100.75 + 1 * 0.5 = 101.25 > 101 => FALSE

esercizio n. 3 – memoria e file system

prima parte – memoria

È dato un sistema di memoria caratterizzato dai seguenti parametri generali:

MAXFREE = 3 **MINFREE = 2**

Si consideri la seguente **situazione iniziale**:

```
PROCESSO: P
**********************************************************
    VMA: ...

    PT: <c0 :1  R> <c1 :- -> <s0 :5  R> <s1 :- -> <d0 :7  R> <d1 :- ->
       <d2 :3  W> <d3 :- -> <p0 :6  W> <p1 :s2 R> <p2 :- ->


    process P - NPV of PC and SP:  c0, p0

PROCESSO: Q ...

____MEMORIA FISICA____(pagine libere: 3)_____________________________
      00 : <ZP>               ||  01 : Pc0/Qc0/<X,0>       ||
      02 : Qp0 D              ||  03 : Pd2                 ||
      04 : ----               ||  05 : Ps0/Qs0/<X,2>       ||
      06 : Pp0                ||  07 : Pd0                 ||
      08 : ----               ||  09 : ----                ||


____STATO del TLB_____________________________________________________
      Pc0 : 01 -  0: 1:   ||   Pp0 : 06 -  1: 0:   ||
      Pd2 : 03 -  1: 0:   ||         -----         ||
      Ps0 : 05 -  0: 1:   ||   Pd0 : 07 -  0: 1:   ||
            -----         ||         -----         ||


SWAP FILE: Pd0  , Qd0  , Pp1/Qp1  , ----, ----, ----,


LRU ACTIVE:   PD0, PS0, PC0,
LRU INACTIVE: pd2, pp0, qs0, qp0, qc0,
```

Si rappresenti l'effetto dei seguenti eventi consecutivi sulle strutture dati della memoria compilando esclusivamente le tabelle fornite per ciascun evento (l'assenza di una tabella significa che non è richiesta la compilazione della corrispondente struttura dati).

ATTENZIONE: **le Tabelle sono PARZIALI – riempire solamente le celle indicate**

evento 1 – *read* (Ps1), write(Pd0)

PT del processo: **P**				
c0: :1 R	s0: :5 R	s1: :4 R	p0: :6 W	p2: :- -

MEMORIA FISICA	
00: <ZP>	01: Pc0 / Qc0 / <X, 0>
02: Qp0 (D)	03: Pd2
04: Ps1 / <X, 3>	05: Ps0 / Qs0 / <X, 2>
06: Pp0	07: Pd0
08:	09:

SWAP FILE	
s0: - - - -	s1: Qd0
s2: Pp1 / Qp1	s3:
s4:	s5:

Active: _____ PS1, PD0, PS0, PC0

Inactive: _____ pd2, pp0, qs0, qp0, qc0

evento 2 – *write* (Ps0)

PT del processo: **P**				
c0: :1 R	s0: :2 W	s1: :4 R	p0: :s3 W	p2: :- -

MEMORIA FISICA	
00: <ZP>	01: Pc0 / Qc0 / <X, 0>
02: Ps0	03: Pd2
04: Ps1 / <X, 3>	05: Qs0 / <X, 2>
06: - - - -	07: Pd0
08:	09:

SWAP FILE	
s0: Qp0	s1: Qd0
s2: Pp1 / Qp1	s3: Pp0
s4:	s5:

Inactive: _____ ACTIVE: PS1, PD0, PS0, PC0

INACTIVE: pd2, qs0, qc0

seconda parte – memoria e file system

È dato un sistema di memoria caratterizzato dai seguenti parametri generali:

MAXFREE = 3 **MINFREE = 2**

Si consideri la seguente **situazione iniziale**:

```
____MEMORIA FISICA____(pagine libere: 5)_____________________________
      00 : <ZP>                  ||  01 : Pc0/<X,0>           ||
      02 : Pp0                   ||  03 : ----                ||
      04 : ----                  ||  05 : ----                ||
      06 : ----                  ||  07 : ----                ||
```

Per ognuno dei seguenti eventi compilare le Tabelle richieste con i dati relativi al contenuto della memoria fisica, delle variabili del FS relative al file F e al numero di accessi a disco effettuati in lettura e in scrittura.

È in esecuzione il processo **P**. La pagina in cima alla pila è **Pp0**.

ATTENZIONE: il numero di pagine lette o scritte di un file è cumulativo, quindi è la somma delle pagine lette o scritte su quel file da tutti gli eventi precedenti oltre a quello considerato.

eventi 1 e 2 – fd = *open* (F), read(fd, 8000)

MEMORIA FISICA	
00: <ZP>	01: Pc0 / <X, 0>
02: Pp0	03: <F, 0>
04: <F, 1>	05:
06:	07:

	f_pos	f_count	numero pagine lette	numero pagine scritte
file F	8000	1	2	0

eventi 3 e 4 – fork(R), *lseek* (fd, –5000) , *write* (fd, 10)

MEMORIA FISICA	
00: <ZP>	01: Pc0 / Rc0 / <X, 0>
02: Rp0 (D)	03: <F, 0> (D)
04: <F, 1>	05: Pp0
06:	07:

	f_pos	f_count	numero pagine lette	numero pagine scritte
file F	3010	2	2	0

eventi 5-8 – fd1 = *open* (G), write(fd1, 4000), close(fd), close(fd1)

MEMORIA FISICA	
00: <ZP>	01: Pc0 / Rc0 / <X, 0>
02: Rp0 (D)	03: <G, 0>
04: - - - -	05: Pp0
06:	07:

	f_pos	f_count	numero pagine lette	numero pagine scritte
file F	3010	1	2	1
file G	- - - -	0	1	1

eventi 9 e 10 - context switch(R), write(fd, 100)

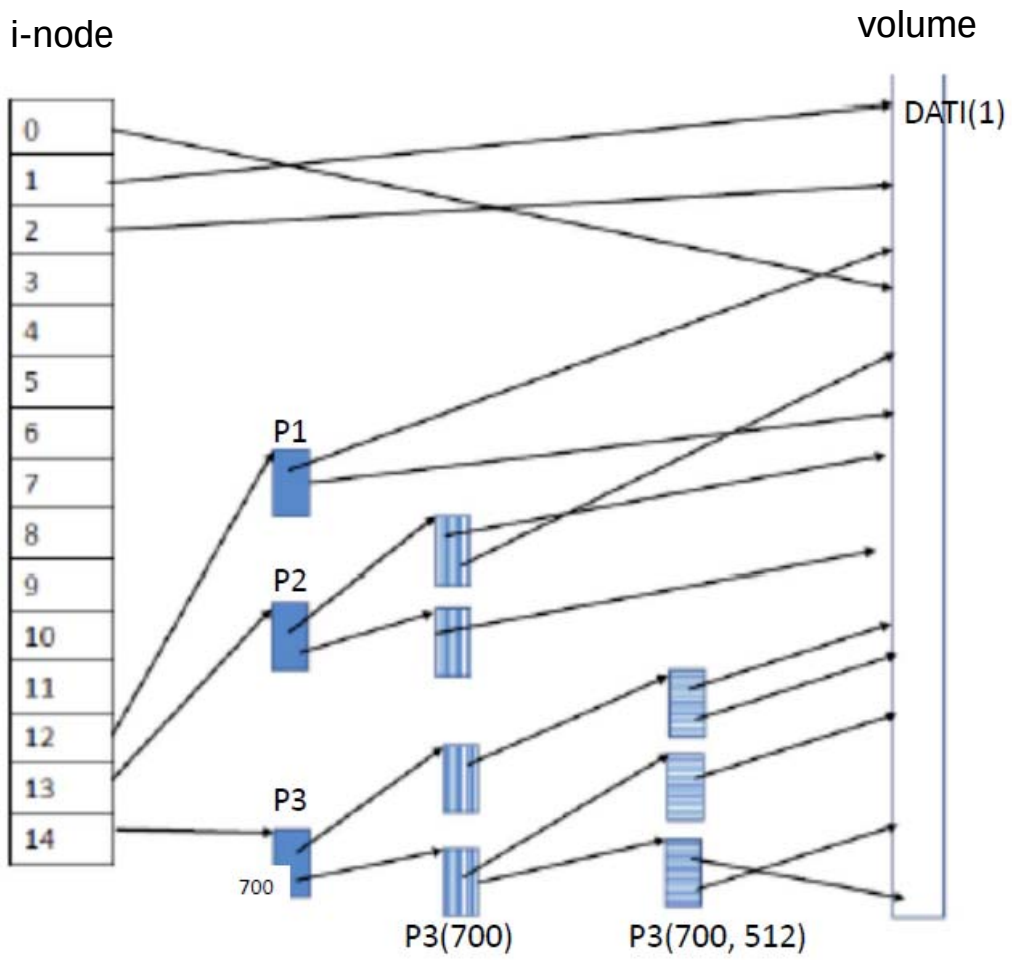
	f_pos	f_count	numero pagine lette	numero pagine scritte
file F	3110	1	3	1
file G	- - - -	0	1	1

esercizio n. 4 – Domanda

Si consideri il FS ext2 con dimensione di blocco = dim. pagina = 4Kbyte.
Ogni puntatore occupa 4 byte.

Con riferimento alla figura seguente si consideri la seguente notazione:

- DATI(N) indica la pagina dati in posizione N; DATI(0) è la prima pagina dati del file
- P1, P2 e P3 sono i 3 blocchi contenenti puntatori di indirezione semplice
- Pi(j) indica un blocco di puntatori al secondo livello di indirezione raggiunto dal puntatore numero j del blocco i di indirezione semplice (esempio in figura: P3(700) è il blocco puntato dal puntatore in posizione 700 (il 701-esimo, perché i puntatori sono numerati da 0) del blocco P3
- Pi(j,k) estende la stessa notazione ai blocchi di terzo livello – tripla indirezione – come P3(700,512) in figura, puntato dal puntatore in posizione 512 del blocco P3(700).



P1 => 12 ... 12 + 1024 - 1 = 12 ... 1035

P2(0) => 1036 ... 1036 +1024 - 1 = 1036 ... 2059

P2(1) => 2060 ... 2060 +1024 - 1 = 2060 ... 3083

Si supponga che un programma esegua in sequenza le seguenti operazioni su un file F:

1. open (la open non legge il file, ma solo l'i-node),
2. lseek(FP) – si posiziona all'inizio della **pagina** di numero FP, cioè DATI(FP)
3. read(NUM) – NUM è il numero di **pagine** lette

Si considerino i quattro casi riportati nella tabella sottostante (ciascun caso è indipendente dagli altri). Riportare, per ogni caso richiesto, i blocchi dati e i blocchi puntatore a cui si deve accedere, e indicare il numero totale di blocchi dati e di blocchi puntatore trasferiti dal disco in memoria. Il primo caso è già compilato come esempio.

FP=11, NUM=2	**FP=1035, NUM=3**	**FP=2059, NUM=2**	**FP=2058, NUM=3**
DATI(11)	P1	P2	P2
P1	DATI(1035)	P2(0)	P2(0)
DATI(12)	P2	DATI(2059)	DATI(2058)
	P2(0)	P2(1)	DATI(2059)
	DATI(1036)	DATI(2060)	P2(1)
	DATI(1037)		DATI(2060)
Numero Totale di trasferimenti da disco nei diversi casi			
3	6	5	6