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 7 luglio 2017

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 (6 punti) _____

esercizio 3 (6 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):

```
pthread_mutex_t particle
sem_t force
int global = 0
```

```
void * plus (void * arg) {
   sem_wait (&force)
   sem_post (&force)                                  /* statement A */
   pthread_mutex_lock (&particle)
   sem_post (&force)                                  /* statement B */
   pthread_mutex_unlock (&particle)
   return 1
} /* end plus */
```

```
void * minus (void * arg) {
   global = 2                                         /* statement C */
   pthread_mutex_lock (&particle)
   sem_wait (&force)
   pthread_mutex_unlock (&particle)
   return NULL
} /* end minus */
```

```
void main ( ) {
   pthread_t th_1, th_2, th_3
   sem_init (&force, 0, 1)
   pthread_create (&th_1, NULL, plus, NULL)
   pthread_create (&th_2, NULL, minus, NULL)
   pthread_join (th_2, NULL)
   pthread_create (&th_3, NULL, minus, NULL)
   pthread_join (th_1, &global)                       /* statement D */
   pthread_join (th_3, 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 – `plus`	**th_2 – `minus`**	**th_3 – `minus`**
subito dopo stat. **A**	Esiste	Esiste	Può esistere
subito dopo stat. **C** in **th_2**	Può esistere	Esiste	Non esiste
subito dopo stat. **D**	Non esiste	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)
- una variabile mutex assume valore 0 per mutex libero e valore 1 per mutex occupato

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**		
	particle	*force*	*global*
subito dopo stat. **A**	1 / 0	1 / 0	0 / 2
subito dopo stat. **B**	1	2 / 1	0 / 2
subito dopo stat. **C** in **th_3**	1 / 0	0 / 1	2

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

caso	**th_1 – `plus`**	**th_2 – `minus`**	**th_3 – `minus`**
1	sem_wait(&force)	Terminato	sem_wait(&force)
2	pthread_mutex_lock(&particle)	Terminato	sem_wait(&force)

esercizio n. 2 – gestione dei processi

prima parte – stati dei processi

```
// programma prova.c
main ( ) {
   pid1 = fork ( )
   if (pid1 == 0) {          // codice eseguito dal figlio Q
      execl ("/acso/prog_x", "prog_x", NULL)
      exit (-1)
   } else {     // codice eseguito dal padre P
      write (fd, vet, 5)        // scrittura di 1 blocco su file precedentemente aperto
      pid1 = waitpid (pid1, ...)
      exit (0)
   } // if
} // prova
```

```
// programma prog_X.c
int num
pthread_mutex_t DOOR= PTHREAD_MUTEX_INITIALIZER
sem_t CHECK
```

```
void * UNO (void * arg) {
     sem_wait (&CHECK)
     pthread_mutex_lock (&DOOR)
     sem_wait (&CHECK)
     pthread_mutex_unlock (&DOOR)
   return NULL
} // UNO
```

```
void * DUE (void * arg) {
if (num > 0) {
    pthread_mutex_lock (&DOOR)
    sem_post (&CHECK)
    pthread_mutex_unlock (&DOOR)
 } else {
    sem_post (&CHECK) }
   return NULL
} // DUE
```

```
main ( ) {  // codice eseguito da Q
    pthread_t TH_1, TH_2
    sem_init (&CHECK, 0, 0)
    // viene letto da standard input il valore di num
    pthread_create (&TH_1, NULL, UNO, NULL)
    pthread_create (&TH_2, NULL, DUE, NULL)
    pthread_join (TH_2, NULL)
    pthread_join (TH_1, NULL)
    exit (1)
} // main
```

Un processo ***P*** esegue il programma ***prova*** creando il figlio ***Q***, che esegue una mutazione di codice che va a buon fine. Nel codice mutato ***prog_X***, ***Q*** crea i thread ***TH_1*** e ***TH_2***. Si ipotizzi che il valore di ***num*** letto da ***Q*** sia maggiore di 0.

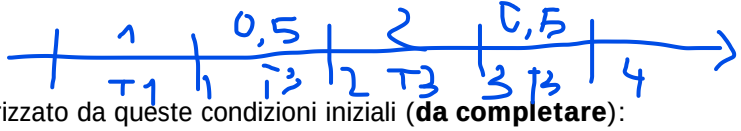
Si simuli l'esecuzione dei processi (fino a ***udt* = 160**) così come risulta dal codice dato, dagli eventi indicati e facendo bene attenzione allo stato iniziale considerato per la simulazione. **Si completi** la tabella riportando quanto segue:

- ⟨ *PID*, *TGID* ⟩ di ciascun processo che viene creato
- ⟨ *identificativo del processo-chiamata di sistema / libreria* ⟩ nella prima colonna, dove necessario e in funzione del codice proposto
- in ciascuna riga lo stato dei processi **al termine del tempo indicato**; si noti che la prima riga della tabella **potrebbe essere solo parzialmente completata**

TABELLA DA COMPILARE (numero di colonne non significativo)

identificativo simbolico del processo		**IDLE**	**P**	Q	TH1	TH2		
	PID	**1**	2	3	4	5		
evento/processo-chiamata	*TGID*	**1**	2	3	3	3		
	0	**Pronto**	**ESEC**	**NON ESISTE**	NE	NE		
P - fork (sys_clone)	10	pronto	ESEC	pronto	NE	NE		
P - write (sys_write)	20	pronto	attesa write	ESEC	NE	NE		
Q - execl (sys_execve)	30	pronto	attesa write	ESEC	NE	NE		
interrupt da RT_clock, scadenza quanto di tempo	40	pronto	attesa write	ESEC	NE	NE		
Termine scrittura su file per P	50	pronto	ESEC	Pronto	Non esiste	Non esiste		
interrupt da RT_clock, scadenza quanto di tempo	60	pronto	pronto	ESEC	NE	NE		
Q - pthread_create(TH1) (sys_clone)	70	pronto	pronto	ESEC	pronto	NE		
interrupt da RT_clock, scadenza quanto di tempo	80	pronto	ESEC	pronto	pronto	NE		
P - waitpid (sys_wait)	90	pronto	Attesa	Pronto	ESEC	Non esiste		
TH1 - sem_wait (sys_wait)	100	pronto	attesa waitpid	ESEC	attesa sem_wait	NE		
Q - pthread_create(TH2) (sys_clone)	110	pronto	attesa waitpid	ESEC	attesa sem_wait	pronto		
Q - pthread_join(TH2) (sys_wait)	120	pronto	attesa waitpid	attesa join(TH2)	attesa sem_wait	ESEC		
TH2 - mutex_lock(DOOR) (sys_futex)	130	pronto	attesa waitpid	attesa join(TH2)	attesa sem_wait	ESEC		
TH2 - sem_post(CHECK) (sys_futex)	140	pronto	Attesa	Attesa	ESEC	Pronto		
TH1 - mutex_lock(DOOR) (sys_futex)	150	pronto	attesa waitpid	attesa join(TH2)	attesa lock	ESEC		
TH2 - mutex_unlock(DOOR) (sys_futex)	160	pronto	attesa waitpid	attesa join(TH2)	ESEC	pronto		

seconda parte – scheduling dei processi



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	1	0.25	1.5	1	10	100,00
RB	t2	1	0.25	1.5	1	30	100,50
	t3	2	0.5	3	0.5	20	101,00

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

```
Events of task t1: EXIT at 1.0;
Events of task t2: WAIT at 0.5; WAKEUP after 2.5;
Events of task t3: CLONE at 2.0
```

Simulare l'evoluzione del sistema per **4 eventi** riempiendo le seguenti tabelle (per scrivere le eventuali condizioni di preemption, si usi lo spazio tra le tabelle degli eventi):

EVENTO		**TIME**	**TYPE**	**CONTEXT**	**RESCHED**		
		1	exit	T1	TRUE		
RUNQUEUE	**NRT**	**PER**	**RQL**	**CURR**	**VMIN**		
	2	6	3	T2	100.5		
TASK	**ID**	**LOAD**	**LC**	**Q**	**VRTC**	**SUM**	**VRT**
CURRENT	T2	1	1/3	2	1	30	100.50
RB	T3	2	2/3	4	0.5	20	101
WAITING							

EVENTO		**TIME**	**TYPE**	**CONTEXT**	**RESCHED**		
		1.5	wait	T2	TRUE		
RUNQUEUE	**NRT**	**PER**	**RQL**	**CURR**	**VMIN**		
	1	6	2	T3	101		
TASK	**ID**	**LOAD**	**LC**	**Q**	**VRTC**	**SUM**	**VRT**
CURRENT	T3	2	1	6	0.5	20	101
RB							
WAITING	T2	1				30.5	101

T2 -> VRT = 100.5 + 0.5 * 1 = 101

EVENTO		TIME	TYPE	CONTEXT	RESCHED
		3.5	clone	T3	FALSE
RUNQUEUE	**NRT**	**PER**	**RQL**	**CURR**	**VMIN**
	2	6	4	T3P	102

T3P -> VRT = 101 + 2 * 0.5 = 102

T3F -> VRT = 102 + 3 * 0.5 = 103.5

TASK	ID	LOAD	LC	Q	VRTC	SUM	VRT
CURRENT	T3P	2	0.5	3	0.5	22	102
RB	T3F	2	0.5	3	0.5	0	103.5
WAITING	T2	1				30.5	101

EVENTO		TIME	TYPE	CONTEXT	RESCHED
		4	wake up	T3	TRUE
RUNQUEUE	**NRT**	**PER**	**RQL**	**CURR**	**VMIN**
	3	6	5	T2	102.25

T3P -> VRT = 102 + 0.5 * 0.5 = 102.25

T2 -> VRT = 101

TASK	ID	LOAD	LC	Q	VRTC	SUM	VRT
CURRENT	T2	1	0.2	1.2	1	30.5	101
RB	T3P	2	0.4	2.4	0.5	22.5	102.25
	T3F	2	0.4	2.4	0.5	0	103.5
WAITING							

esercizio n. 3 – gestione della memoria

prima parte – gestione dello spazio virtuale

È dato un sistema di memoria caratterizzato dai seguenti parametri generali: **MAXFREE** = **3**, **MINFREE** = **2**.
Si consideri la seguente **situazione iniziale**:

```
PROCESSO: P  ********************************************************
    VMA : C  000000400,  1 , R  ,  P  ,  M  , <X,0>
          S  000000600,  2 , W  ,  P  ,  M  , <X,1>
          D  000000602,  2 , W  ,  P  ,  A  , <-1,0>
          P  7FFFFFFFC,  3 , W  ,  P  ,  A  , <-1,0>
    PT: <c0 :1  R> <s0 :s0 W> <s1 :- -> <d0 :5  W> <d1 :- -> <p0 :2  W>
        <p1 :3  W> <p2 :- ->
    process P - NPV of PC and SP:  c0, p0

____MEMORIA FISICA____(pagine libere: 3)_____________________________
      00 : <ZP>                ||  01 : Pc0 / <X,0>          ||
      02 : Pp0                 ||  03 : Pp1                  ||
      04 : ----                ||  05 : Pd0                  ||
      06 : ----                ||  07 : ----                 ||

____STATO del TLB_____________________________________________________
      Pc0 : 01 -  0: 1:   ||   Pp0 : 02 -  1: 1:   ||
            -----         ||   Pd0 : 05 -  1: 0:   ||
      Pp1 : 03 -  1: 0:   ||        -----          ||

SWAP FILE:  Ps0, ----, ----, ----, ----, ----

LRU ACTIVE:    PP0, PC0
LRU INACTIVE:  pp1, pd0
```

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: *fork* (Q)

PT del processo: **P**				
C0: :1 R	S0: :s0 R	D0: :05 R	P0: :04 W	P1: :03 R
PT del processo: **Q**				
C0: :1 R	S0: :s0 R	D0: :05 R	P0: :02 R (D)	P1: :03 R

MEMORIA FISICA	
00: <ZP>	01: Pc0 / Qc0 / <X, 0>
02: Qp0 (D)	03: Pp1 / Qp1
04: Pp0	05: Pd0 / Qd0
06: ----	07: ----

TLB							
NPV	NPF	D	A	NPV	NPF	D	A
Pc0:	01	0	1	Pp0:	04	1	1

SWAP FILE	
s0: Ps0 / Qs0	s1:
s2:	s3:

Active: QP0, QC0, PP0, PC0 **Inactive:** qp1, qd0, pp1, pd0

evento 2: *write* (Pd0)

PT del processo: P				
C0: :1 R	S0: :s0 R	D0: :03 W	P0: :04 W	P1: :s2 R

MEMORIA FISICA	
00: <ZP>	01: Pc0 / Qc0 / <X, 0>
02: Qp0 (D)	03: Pd0
04: Pp0	05: - - - -
06: - - - -	07: - - - -

TLB							
NPV	NPF	D	A	NPV	NPF	D	A
Pc0:	01	1	1	Pp0:	04	1	1

SWAP FILE	
s0: Ps0 / Qs0	s1: Qd0
s2: Pp1 / Qp1	s3:

Active: PD0, QP0, QC0, PP0, PC0 **Inactive:**

evento 3: indicare il contenuto delle liste *LRU* dopo ognuna delle seguenti invocazioni consecutive di *kswapd*

a) Read (pc0), 1 kswapd

Active: **Inactive:**

b) Read (pc0), 1 kswapd

Active: **Inactive:**

c) Read (pc0), 1 kswapd

Active: **Inactive:**

d) Read (pc0, pp0), 1 kswapd

Active: **Inactive:**

seconda parte – gestione del file system

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

MAXFREE = 3 **MINFREE = 1**

Si consideri la seguente **situazione iniziale**:

```
____MEMORIA FISICA____(pagine libere: 4)_____________________________
      00 : <ZP>                  ||  01 : Pc0 / Qc0 / <X,0>   ||
      02 : Qp0 D                 ||  03 : Pp0                 ||
      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 sempre in esecuzione il processo **P**.

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); fd1 = *open* (G)

	f_pos	f_count	numero pagine lette	numero pagine scritte
file F	0	1		
file G	0	1		

evento 3 – *write* (fd, 11000)

MEMORIA FISICA	
00: <ZP>	01: Pc0 / Qc0 / <X, 0>
02: Qp0 (D)	03: Pp0
04: <F, 0> (D)	05: <F, 1> (D)
06: <F, 2> (D)	07: - - - -

	f_pos	f_count	numero pagine lette	numero pagine scritte
file F	11000	1	3	0

0 ---- 4096 ---- 8192 ---- 12288 ---- 16384 ---- 20480

0 1 2 3 4

evento 4 – *write* (fd1, 6000)

MEMORIA FISICA	
00: <ZP>	01: Pc0 / Qc0 / <X, 0>
02: Qp0 (D)	03: Pp0
04: <G, 0> (D)	05: <G, 1> (D)
06: - - - -	07: - - - -

	f_pos	f_count	numero pagine lette	numero pagine scritte
file F	11000	1	3	3
file G	6000	1	2	0

eventi 5 e 6 – *lseek* (fd, –4000); *write* (fd, 100)

MEMORIA FISICA	
00: <ZP>	01: Pc0 / Qc0 / <X, 0>
02: Qp0 (D)	03: Pp0
04: <G, 0> (D)	05: <G, 1> (D)
06: <F, 1> (D)	07: - - - -

	f_pos	f_count	numero pagine lette	numero pagine scritte
file F	7100	1	4	3

eventi 7 e 8 – *close* (fd); *close* (fd1)

	f_pos	f_count	numero pagine lette	numero pagine scritte
file F			4	4
file G			2	2

spazio libero per brutta copia o continuazione