

**UC Sistemas Operacionais (ADE)**  
**ICT/UNIFESP**

Prof. Bruno Kimura  
bruno.kimura@unifesp.br  
18/09/2020

**TRAB\_2: Deadlocks**

**Objetivo:** Implementar um mecanismo para detectar proativamente deadlocks.

**Metodologia:** Trabalho individual ou em grupo de no máximo 3 (três) alunos.

**Entregáveis:** • Protótipo em arquivos .c

• Relatório em documento PDF ou na forma de video-apresentação.

**Data de entrega:**

02/10/2020

**Observação:** Somente serão aceitos trabalhos **autênticos**. Cópias (entre grupos e/ou de fontes da Internet) serão anuladas.

**Requisitos do relatório:**

O relatório, oral (video-apresentação) ou escrito (na forma de relatório científico), deverá: 1.

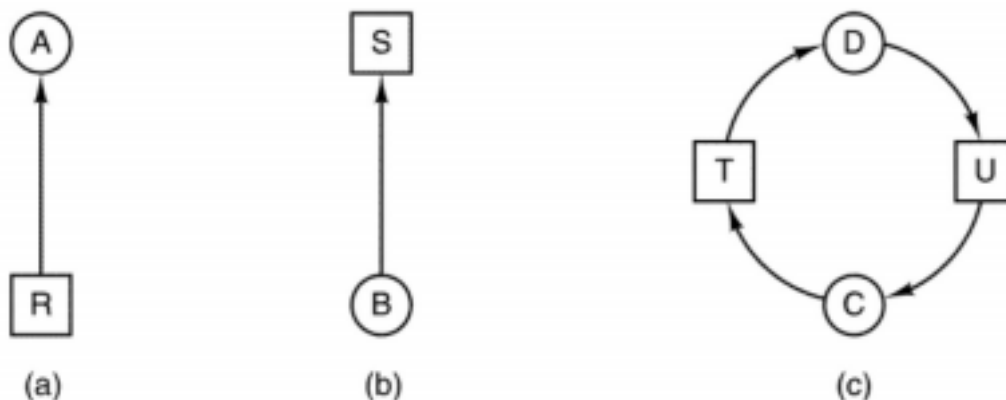
Apresentar explicação do trabalho desenvolvido: o que, como e porque foi feito. 2.

Descrever as contribuições de cada integrante do grupo no desenvolvimento do trabalho. 3.

Apresentar uma auto-avaliação do grupo sobre o trabalho realizado.

**Descrição:**

A espera circular é uma condição para ocorrência de *deadlocks*. Um *deadlock* ocorre se existir um encadeamento circular de dois ou mais processos/threads, em que cada um deles encontra-se à espera de um recurso que está sendo usado pelo membro seguinte dessa cadeia. Um grafo de recursos/processos possibilita identificar *deadlocks*, conforme ilustra da Figura 1(c). Um *deadlock* existe se o grafo de alocação de recursos a processos contiver ao menos um ciclo.



**Figura 1:** (a) Recurso R alocado exclusivamente ao processo A. (b) Processo B solicita acesso exclusivo ao recurso S. (c) Espera circular onde os processos D e C estão em *deadlock* sobre os recursos U e T. Fonte: TANNENBAUM, Andrew S. Sistemas Operacionais Modernos, 2º edição. 2003.

Neste trabalho, elabore um mecanismo de detecção de *deadlock* e o implemente na Linguagem C. Esse mecanismo deve ser transparente à aplicação. Isso requer que sua implementação ocorra dentro das funções que manipulam semáforos, como `sem_wait()` e `sem_post()`. Uma vez que um semáforo *s* determina o

acesso a um recurso *r*, o par  $(r, s)$  é inseparável. Como um recurso pode ser algo abstrato, assuma que o semáforo *s* é o identificador do recurso *r*. Para que a operação do mecanismo seja transparente em tempo de execução, é necessário re-implementar as funções de interesse, `sem_wait()` e `sem_post()`, com o devido suporte interno à detecção de *deadlock* e, então, realizar a sobreposição das funções antigas (sem suporte) pelas novas (com o suporte). Para tal, o mecanismo pode ser implementado de forma não-intrusiva através da técnica de sobreposição de chamadas com `LD_PRELOAD`, conforme o exemplo abaixo.

Assim, diferente das funções originais, as novas funções que implementam detecção de *deadlocks* podem retornar com erro (específico de *deadlock*) em vez de bloquearem no semáforo. Como exemplo, considere o código abaixo, *my\_semaphore.c*. Nele há um exemplo de re-implementação da função `sem_wait()`. Observe que o ponteiro para função `_sem_wait` aponta para a função original `sem_wait()`. Assim, dentro da sua nova função `sem_wait()`, tem-se a liberdade de implementar o que quiser.

(*my\_semaphore.c*)

```
#define _GNU_SOURCE
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <semaphore.h>
#include <dlfcn.h>

int (*_sem_wait)(sem_t *) = NULL;

int sem_wait(sem_t *sem) {
    int r;
    if (!_sem_wait) {
        _sem_wait = dlsym(RTLD_NEXT, "sem_wait");
        /* Irá apontar para o sem_wait original*/
    }
    printf("\t Dentro da sem_wait()... faça o que quiser aqui!\n");
    r = _sem_wait(sem);
    return(r);
}
```

Considere uma aplicação abaixo, com exemplo de aplicação que faz uso de semáforo.

(*aplicacao.c*)

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <semaphore.h>

int main(void) {
    sem_t mutex;
    sem_init(&mutex, 0, 1);
    sem_wait(&mutex);
    printf("\t Na main da aplicacao depois do sem_wait()\n");
    return
0;
}
```

Para compilar no terminal, siga os comandos abaixo:

(terminal)

```
terminal:~$ gcc -Wall -o aplicacao aplicacao.c -lpthread
terminal:~$ gcc -Wall -shared -o my_semaphore.so my_semaphore.c -ldl -fPIC
terminal:~$ LD_PRELOAD=./my_semaphore.so ./aplicacao
```

Por fim, para desenvolver esta prática, considere abaixo as funções de interesse da biblioteca semaphore.h.

```
#include <semaphore.h>

int sem_init(sem_t *sem, int pshared, unsigned int value);
    /* Inicializa o semáforo apontado em sem, indicando seu valor inicial
    especificado em value. O argumento pshared indica se o semáforo será
    compartilhados entre threads de um processos (pshared=0) ou entre
    diferentes processos (pshared<>0) */

int sem_wait(sem_t *sem);
    /* Decrementa (lock) o semáforo apontado em sem. Se valor do semáforo
    for maior que zero, decrementa. Se igual a zero, bloqueia quem chamou
    sem_wait(). */

int sem_post(sem_t *sem);
    /* Incrementa (unlock) semáforo apontado em sem. Se valor do semáforo for
    zero, ao incrementar, desbloqueia outras threads/processos que estão
    bloqueados em sem_wait(). */

int sem_getvalue(sem_t *sem, int *sval);
    /* Copia o valor atual do semáforo apontado em sem para o inteiro
    apontado em sval. Chamada não é bloqueante. */
```