

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

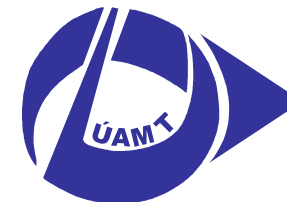
FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

Kolejní 4, 616 00 Brno

tel.: +420 5 4114 1113 fax: +420 5 4114 1123

E-mail: kucera@feec.vutbr.cz, <http://taceo.eu>



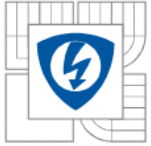
Operační Systémy Reálného Času

IX.

Pavel Kučera

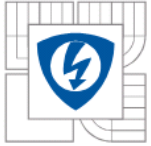
CAK, E112

kucera@feec.vutbr.cz



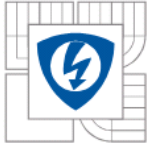
Obsah

1. Starvation
2. Deadlock
3. Livelock
4. Inverze priorit





Starvation

```
ULONG RTFCMDCL PrintThread( void *nContext ) {
    RtPrintf("Th\n");
    do {
        if (RtWaitForSingleObject(NumberMutex, 0) == WAIT_OBJECT_0) {
            RtPrintf("%06d\n", number++);
            RtReleaseMutex(NumberMutex);
        }
        if (RtWaitForSingleObject(TerminateEvent, 0) == WAIT_OBJECT_0) {
            RtResetEvent(TerminateEvent);
            return(0);
        }
    }
    while(TRUE);
return 0;
}
```

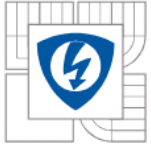


Starvation

```
ULONG RTFCNDCL PrintThread( void *nContext ) {
    RtPrintf("Th\n");
    do {
        if (RtWaitForSingleObject(NumberMutex, 0) == WAIT_OBJECT_0) {
            RtPrintf("%06d\n", number++);
            RtReleaseMutex(NumberMutex);
        }
        if (RtWaitForSingleObject(TerminateEvent, 0) == WAIT_OBJECT_0) {
            RtResetEvent(TerminateEvent);
            return(0);
        }
    }
    while(TRUE);
return 0;
}
```

 **Windows - Havarijní ukončení aplikace** 

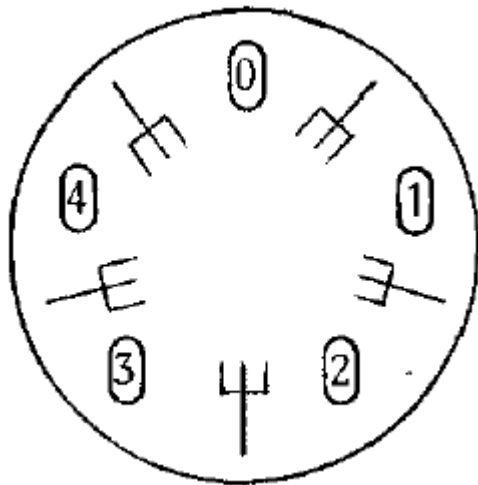
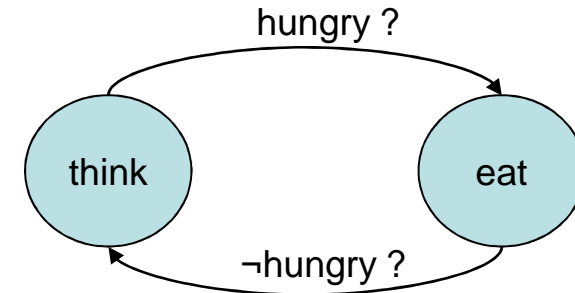
RTX NT Starvation Timeout (5000 MS) - All RTSS processes stopped. Debug and/or use "RTSSkill" command to unload all process images. (Proc=890043A8, Thread=89C454D0)



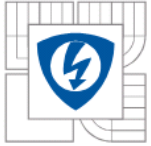
Problém obědvajících filosofů

Edsger Dijkstra v roce 1971 uvěřil práci, v níž teoreticky popisuje vznik deadlocku.

V domě žije 5 filosofů. Život filosofa lze popsat nekonečným cyklem přemýšlení a jzení.

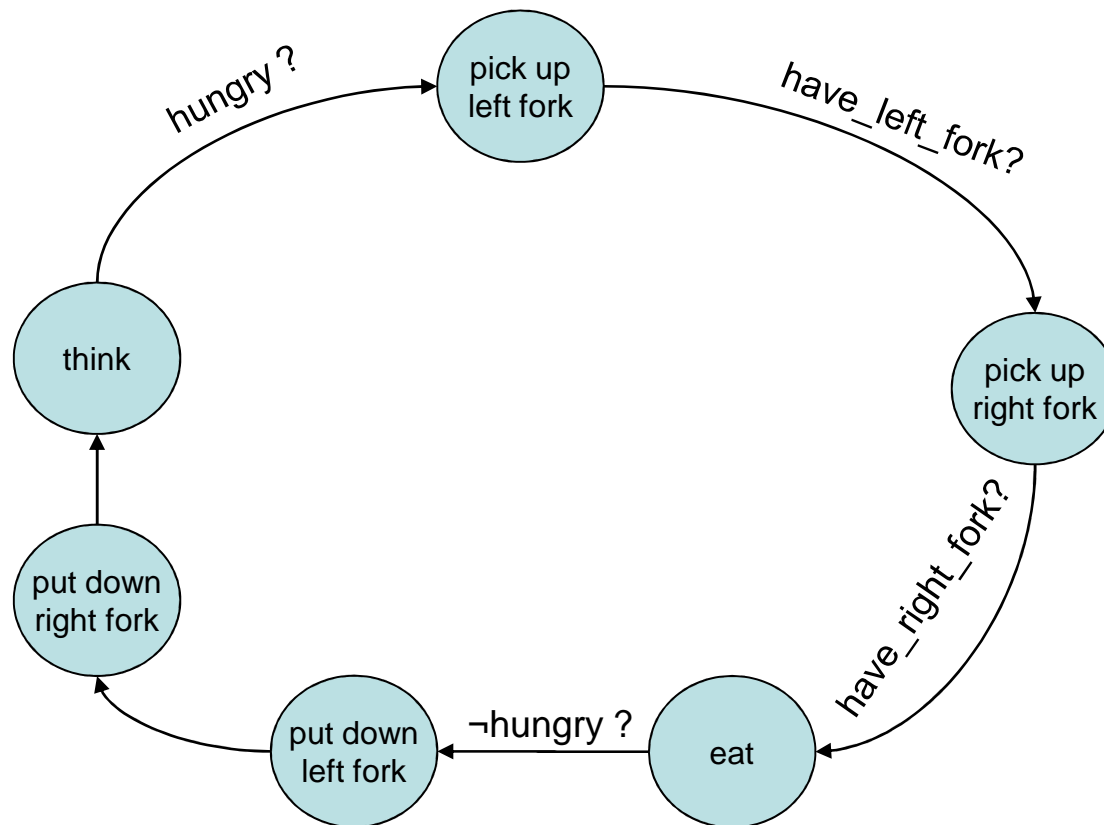


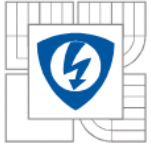
V případě, že má filosof hlad, přestane přemýšlet a usedne ke společnému stolu, kde jsou naservírovány špagety, které je možné jíst pouze pomocí dvou vidliček. Na stole však není dost vidliček, aby mohli všichni filosofové obědovat současně (problém omezeného počtu zdrojů).



Problém obědvajících filosofů

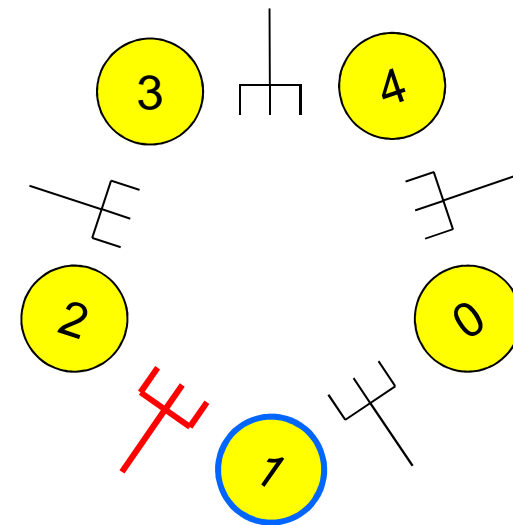
Řešení pomocí mutexů








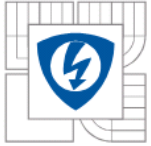


Sekvence 1-3-0

1. Filosof 1 uchopí svoji levou vidličku

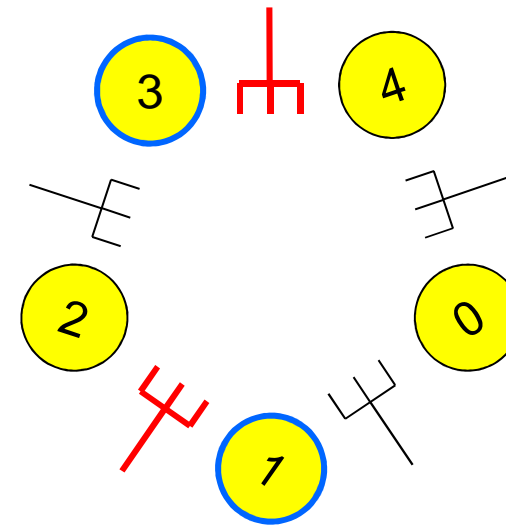







-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

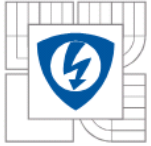


1-3-0

1. Filozof 1 uchopí svoji levou vidličku
2. Filozof 3 uchopí svoji levou vidličku

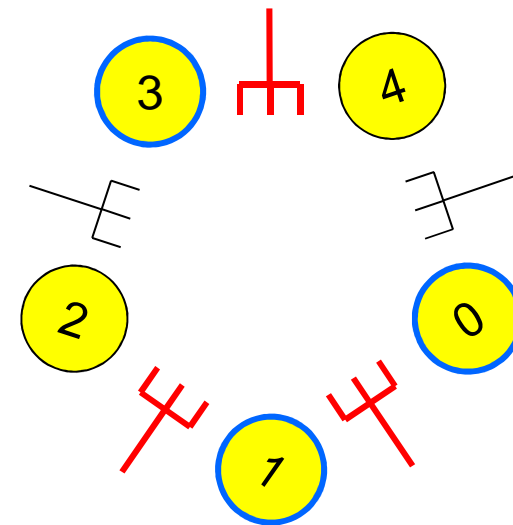







-  filozof přemýšlí
-  filozof obědvá
-  filozof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

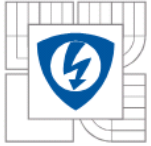


1-3-0

1. Filozof 1 uchopí svoji levou vidličku
2. Filozof 3 uchopí svoji levou vidličku
3. Filozof 0 uchopí svoji levou vidličku

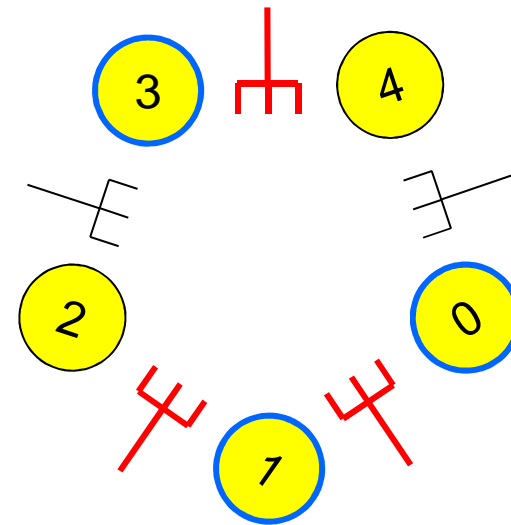







-  filozof přemýšlí
-  filozof obědvá
-  filozof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

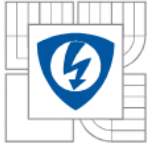


1-3-0

1. Filozof 1 uchopí svoji levou vidličku
2. Filozof 3 uchopí svoji levou vidličku
3. Filozof 0 uchopí svoji levou vidličku
4. Filozof 1 chce uchopit svoji pravou vidličku, ale nemůže; proto čeká

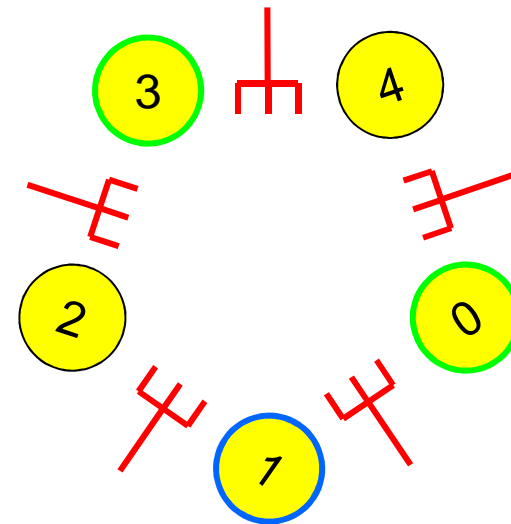


-  filozof přemýšlí
-  filozof obědvá
-  filozof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

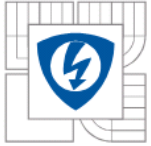


1-3-0

1. Filozof 1 uchopí svoji levou vidličku
2. Filozof 3 uchopí svoji levou vidličku
3. Filozof 0 uchopí svoji levou vidličku
4. Filozof 2 chce uchopit svoji pravou vidličku, ale nemůže; proto čeká
5. Filozof 3 uchopí svoji pravou vidličku a začne obědvat
6. Filozof 0 uchopí svoji pravou vidličku a začne obědvat

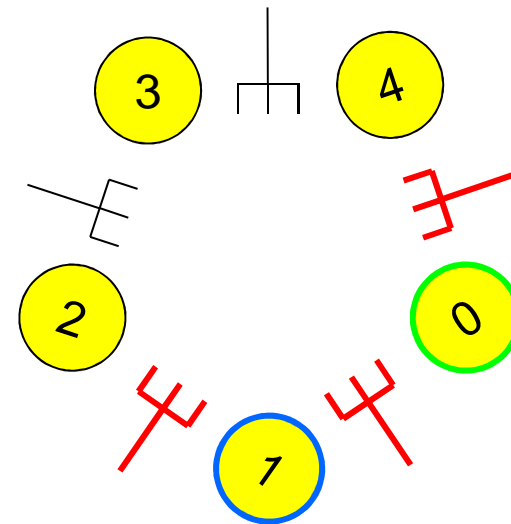







- (X) filosof přemýšlí
- (X) filosof obědvá
- (X) filosof čeká na druhou vidličku
- ┣┫ zabraná vidlička
- ┣┫ volná vidlička

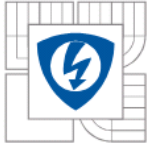


1-3-0

1. Filozof 1 uchopí svoji levou vidličku
2. Filozof 3 uchopí svoji levou vidličku
3. Filozof 0 uchopí svoji levou vidličku
4. Filozof 2 chce uchopit svoji pravou vidličku, ale nemůže; proto čeká
5. Filozof 3 uchopí svoji pravou vidličku a začne obědvat
6. Filozof 0 uchopí svoji pravou vidličku a začne obědvat
7. Filozof 3 dojí a položí svoje vidličky

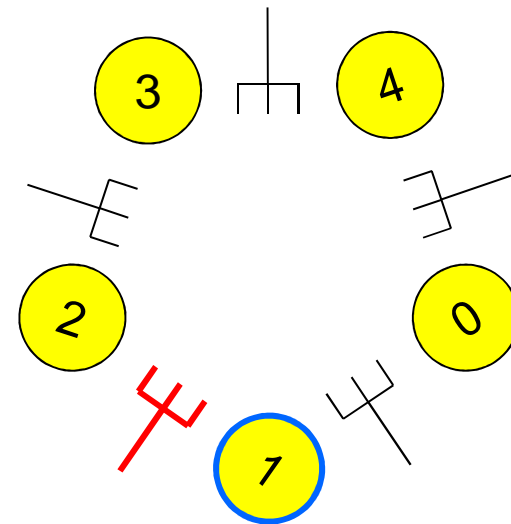







-  filozof přemýšlí
-  filozof obědvá
-  filozof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

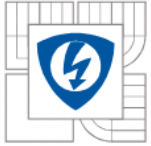


1-3-0

1. Filozof 1 uchopí svoji levou vidličku
2. Filozof 3 uchopí svoji levou vidličku
3. Filozof 0 uchopí svoji levou vidličku
4. Filozof 2 chce uchopit svoji pravou vidličku, ale nemůže; proto čeká
5. Filozof 3 uchopí svoji pravou vidličku a začne obědvat
6. Filozof 0 uchopí svoji pravou vidličku a začne obědvat
7. Filozof 3 dojí a položí svoje vidličky
8. Filozof 0 dojí a položí svoje vidličky

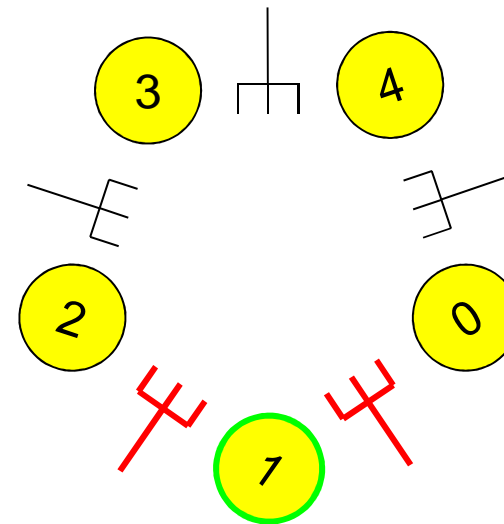







-  filozof přemýšlí
-  filozof obědvá
-  filozof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

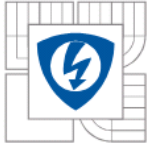


1-3-0

1. Filozof 1 uchopí svoji levou vidličku
2. Filozof 3 uchopí svoji levou vidličku
3. Filozof 0 uchopí svoji levou vidličku
4. Filozof 2 chce uchopit svoji pravou vidličku, ale nemůže; proto čeká
5. Filozof 3 uchopí svoji pravou vidličku a začne obědvat
6. Filozof 0 uchopí svoji pravou vidličku a začne obědvat
7. Filozof 3 dojí a položí svoje vidličky
8. Filozof 0 dojí a položí svoje vidličky
9. Filozof 1 uchopí svoji pravou vidličku a začne obědvat

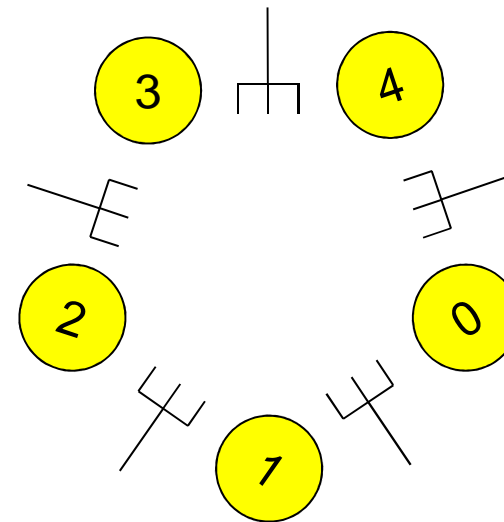







-  filozof přemýšlí
-  filozof obědvá
-  filozof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

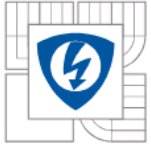


1-3-0

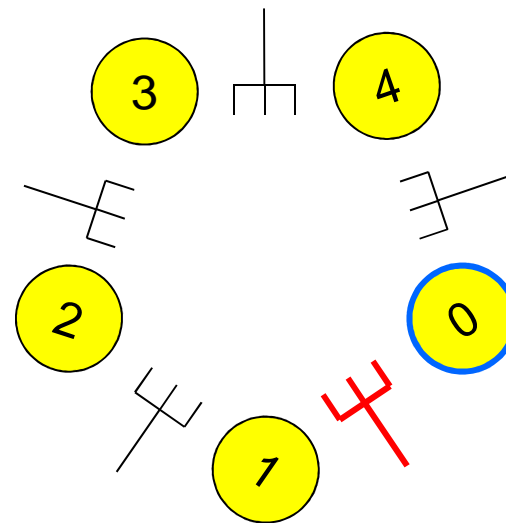
1. Filozof 1 uchopí svoji levou vidličku
2. Filozof 3 uchopí svoji levou vidličku
3. Filozof 0 uchopí svoji levou vidličku
4. Filozof 2 chce uchopit svoji pravou vidličku, ale nemůže; proto čeká
5. Filozof 3 uchopí svoji pravou vidličku a začne obědvat
6. Filozof 0 uchopí svoji pravou vidličku a začne obědvat
7. Filozof 3 dojí a položí svoje vidličky
8. Filozof 0 dojí a položí svoje vidličky
9. Filozof 1 uchopí svoji pravou vidličku a začne obědvat
10. Filozof 1 dojí a položí svoje vidličky








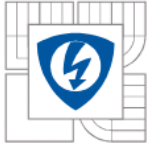
-  filozof přemýšlí
-  filozof obědvá
-  filozof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



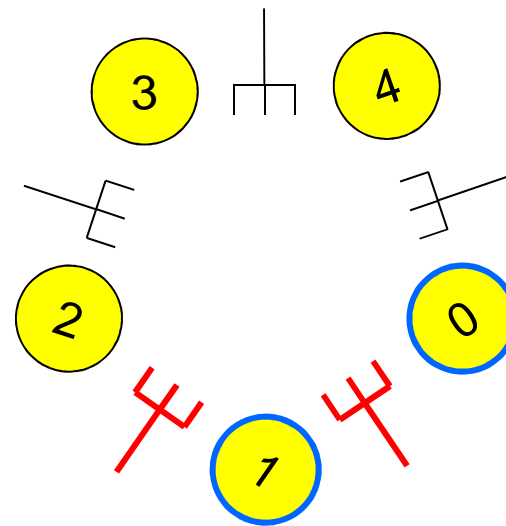
Deadlock








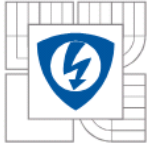
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



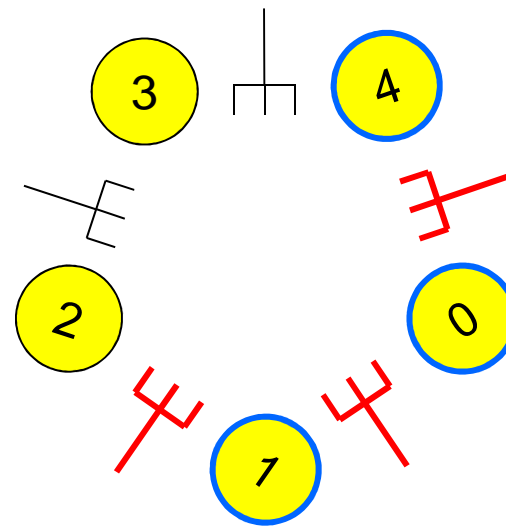
Deadlock








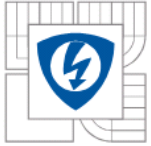
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



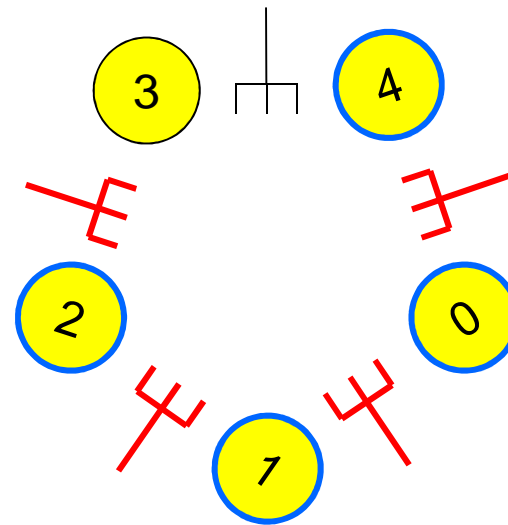
Deadlock








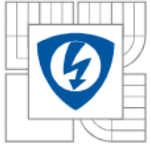
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



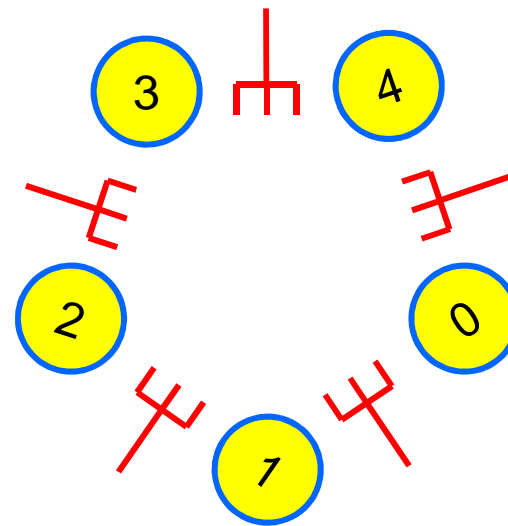
Deadlock








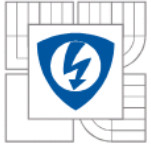
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



Deadlock

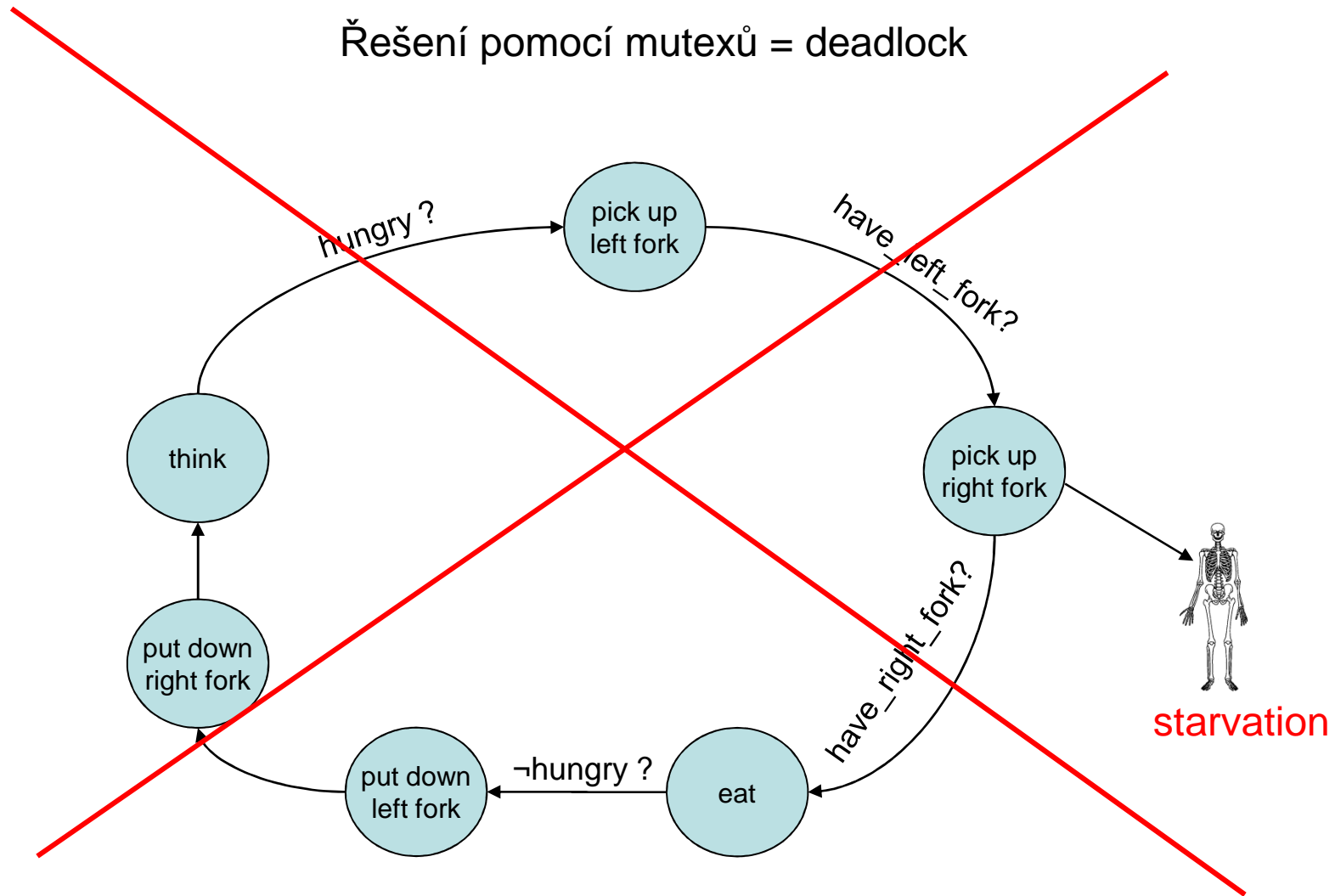


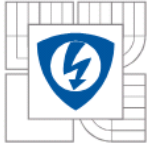
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



Problém obědvajících filosofů

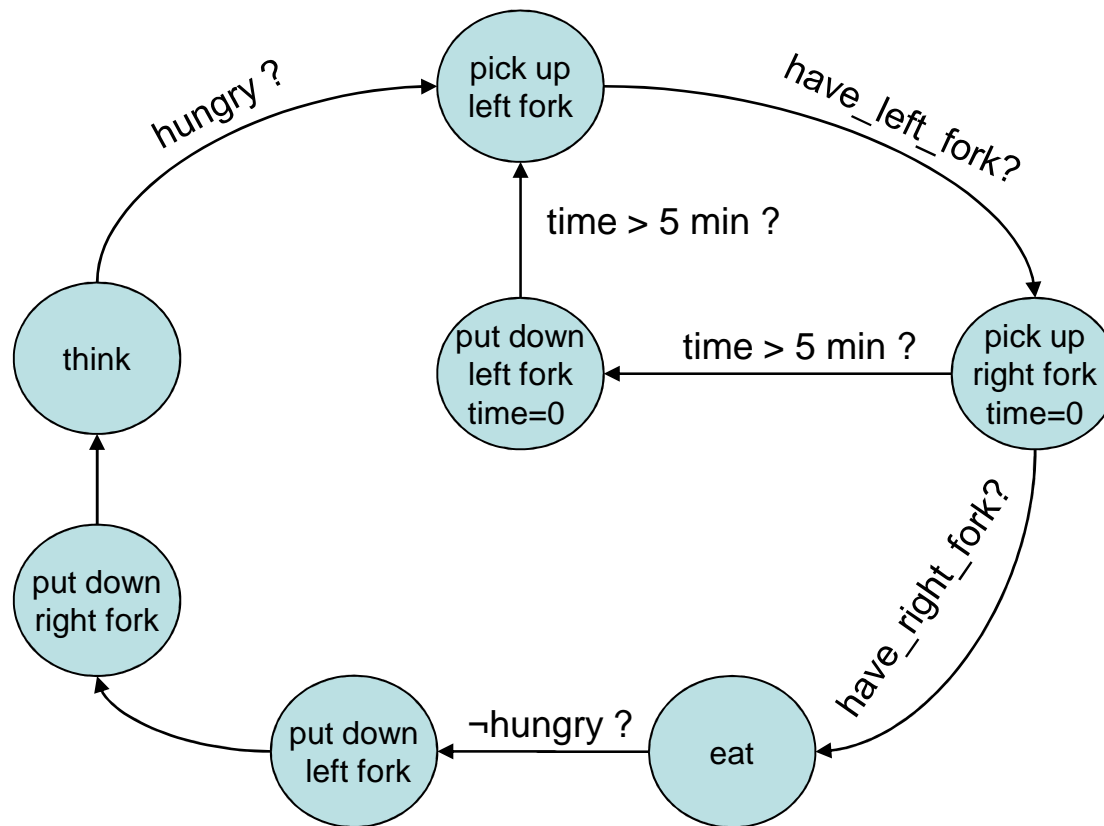
Řešení pomocí mutexů = deadlock

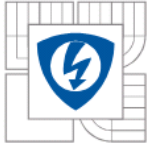




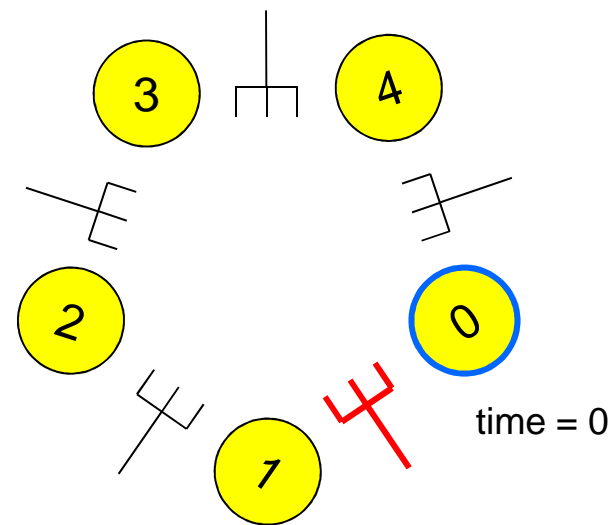
Problém obědvajících filosofů







Řešení pomocí mutexů a časování

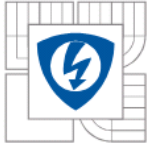




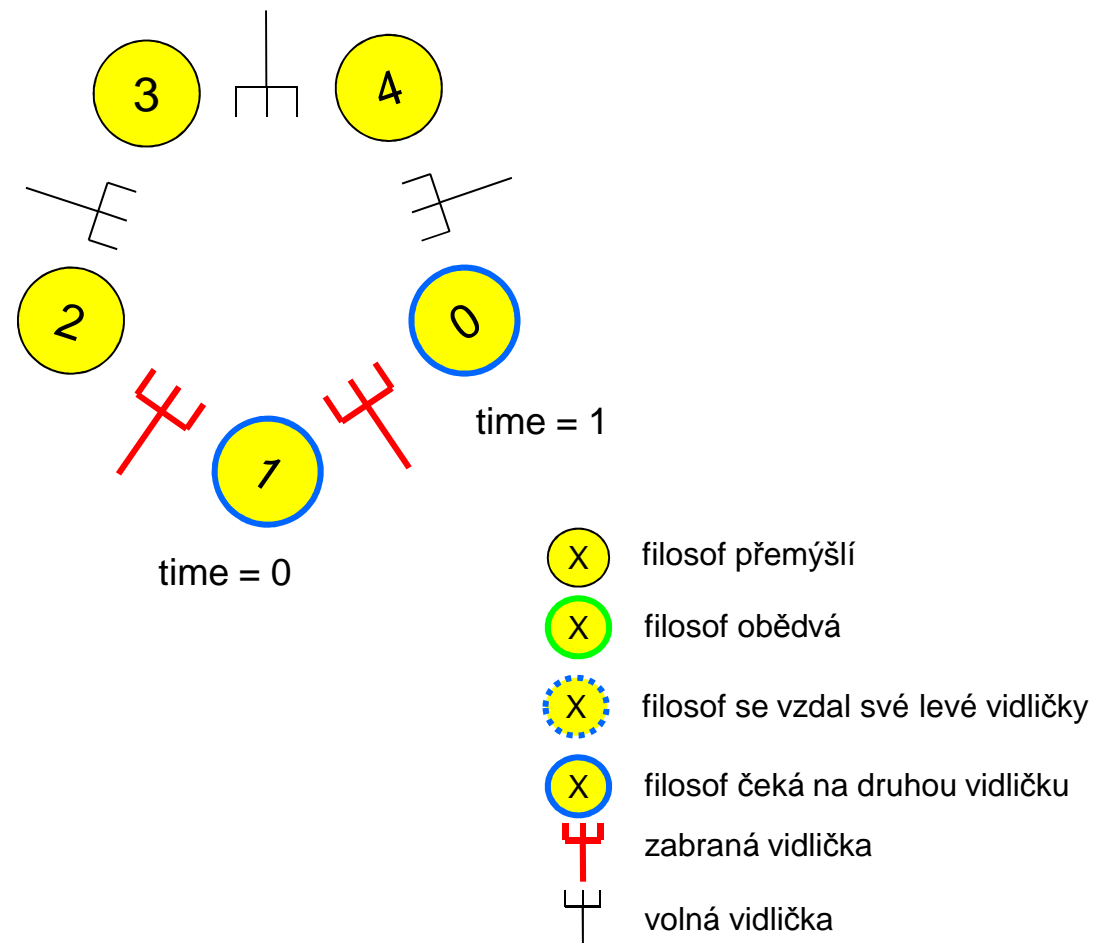
Řešení pomocí mutexů a časování

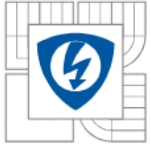


-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

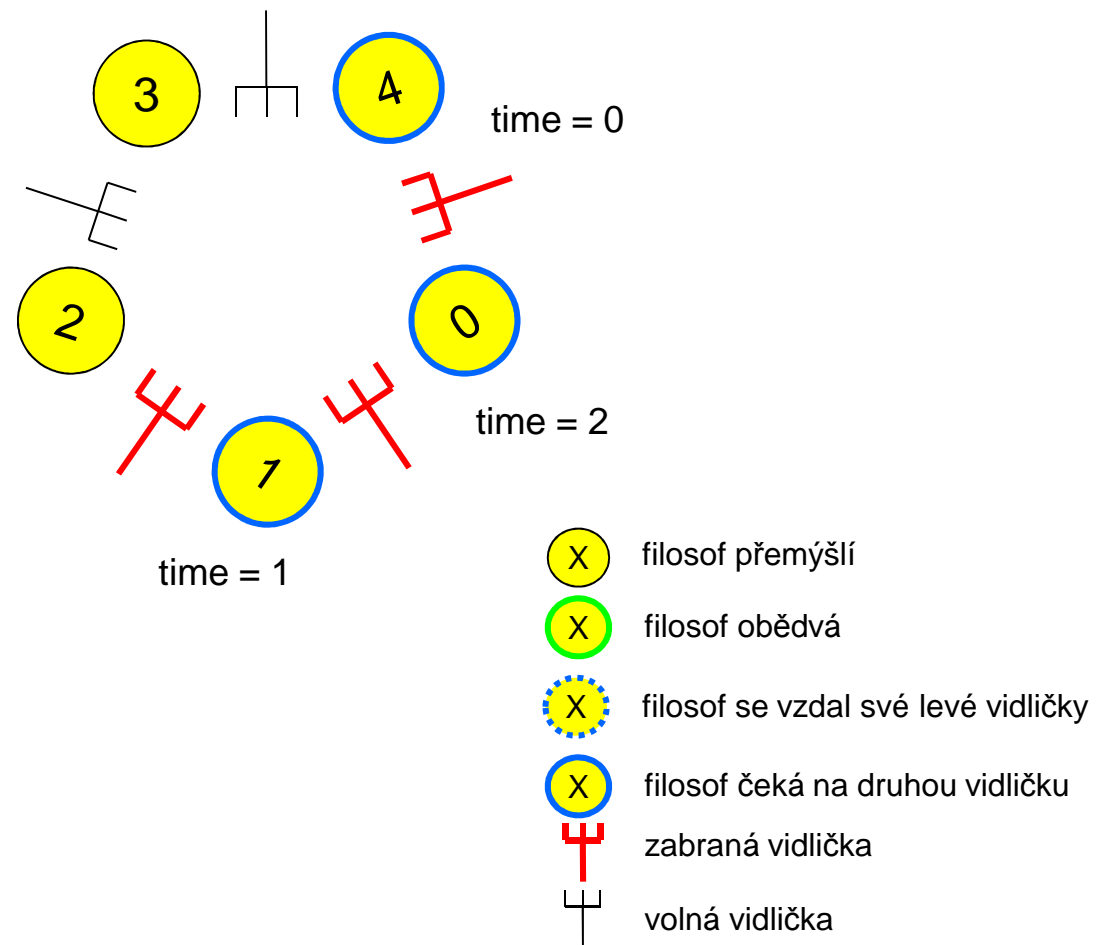


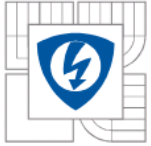
Řešení pomocí mutexů a časování



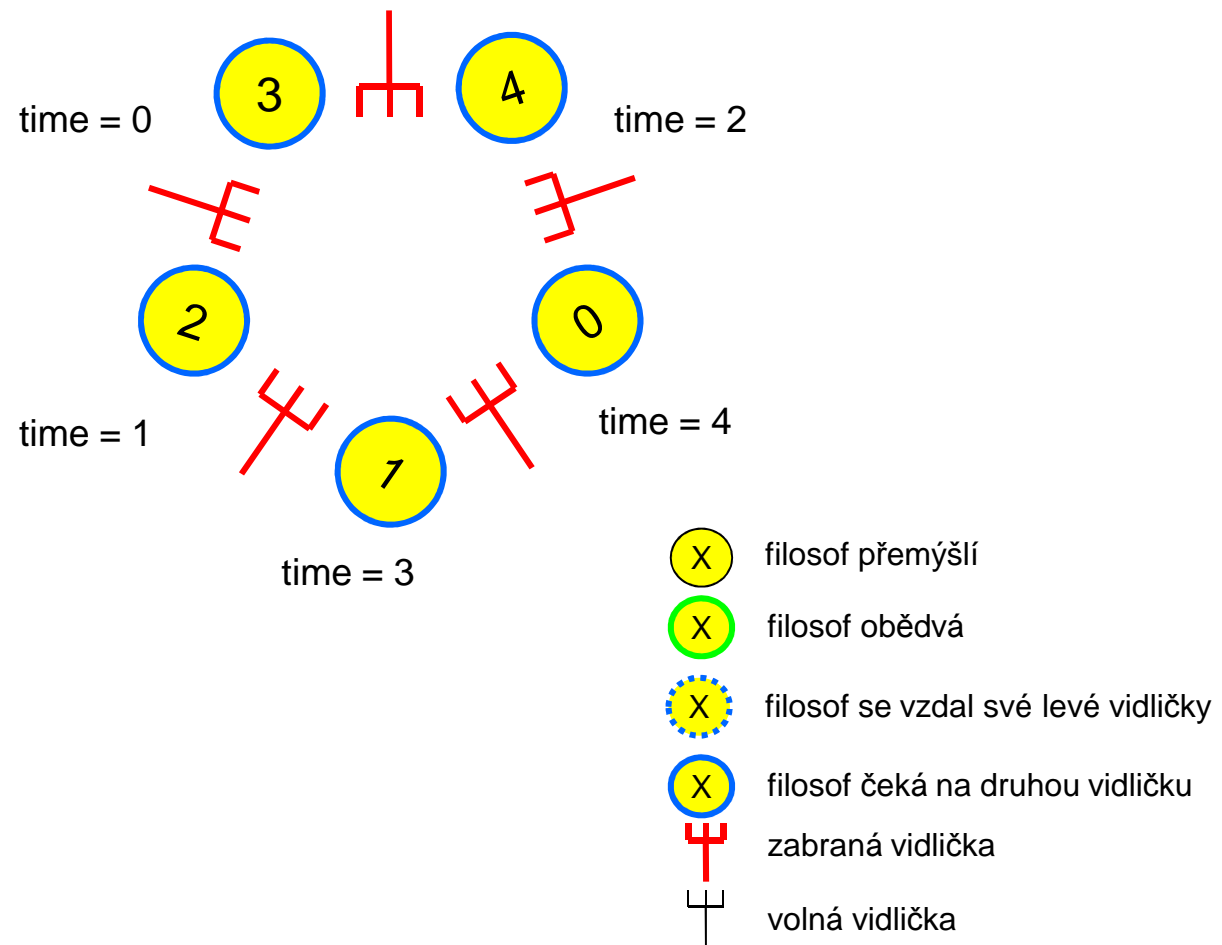


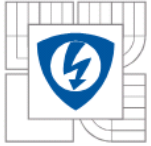
Řešení pomocí mutexů a časování



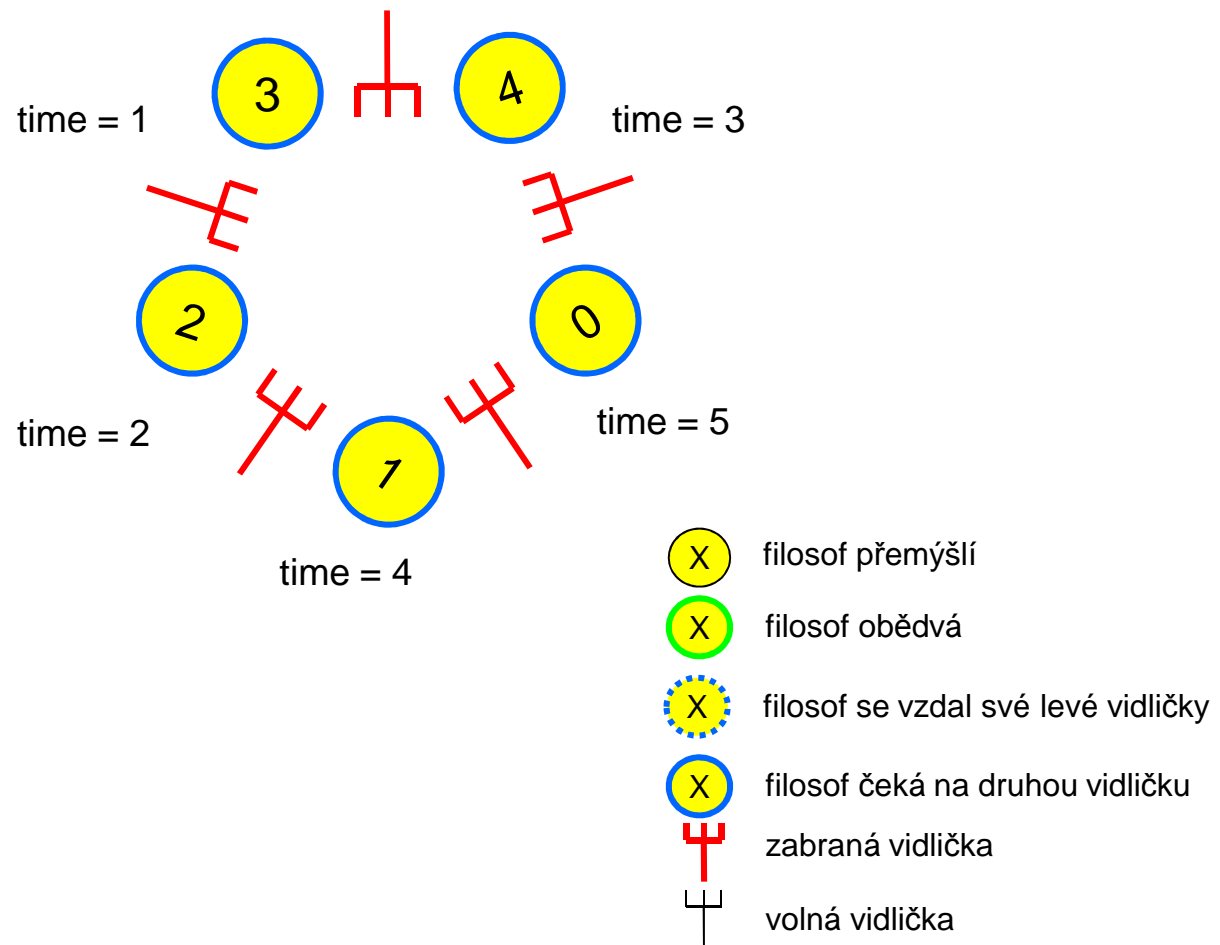


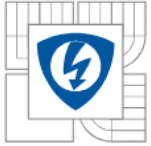
Řešení pomocí mutexů a časování



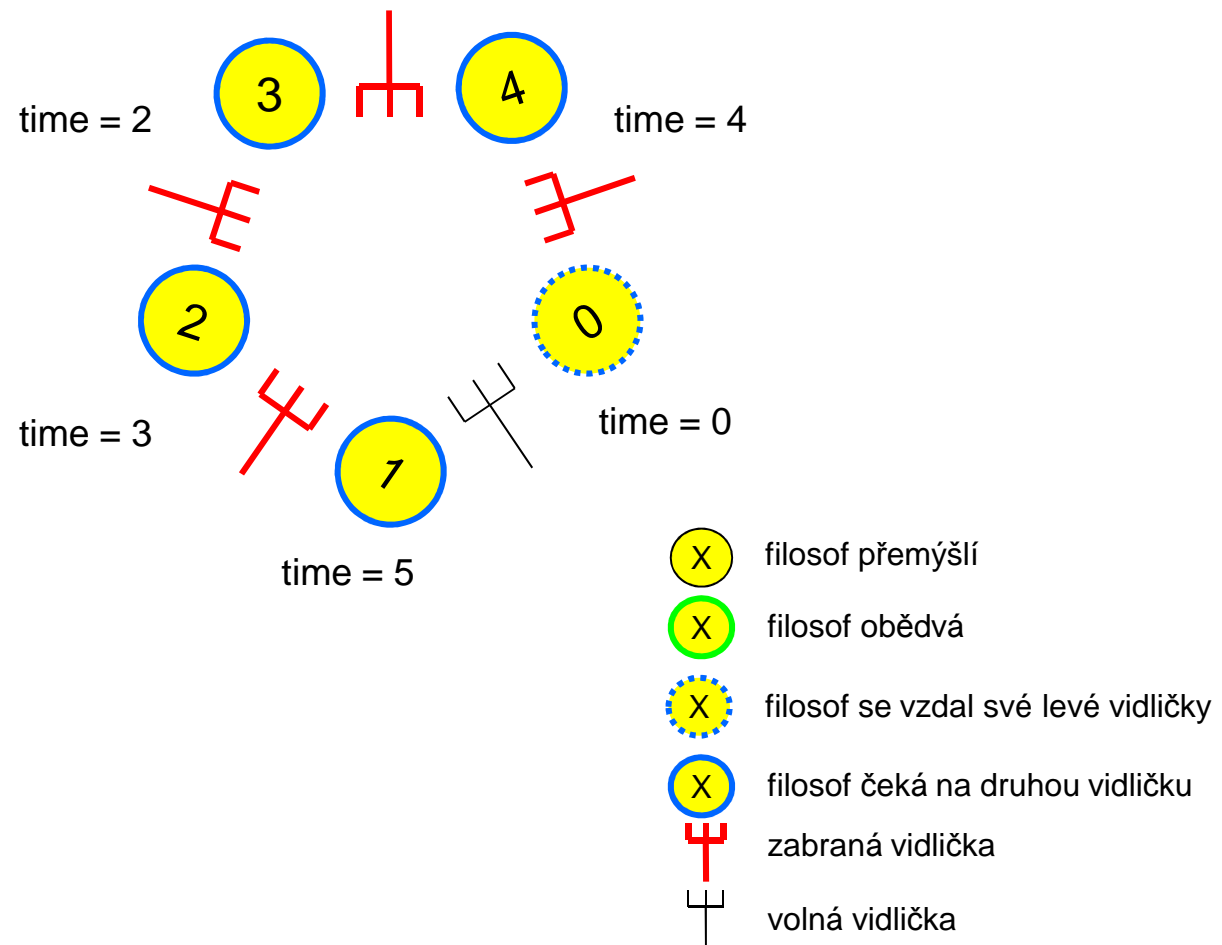


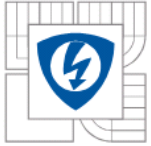
Řešení pomocí mutexů a časování



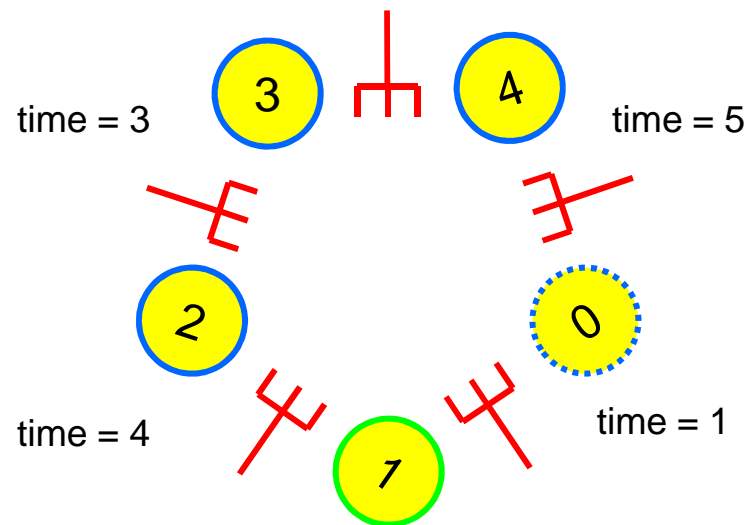








Řešení pomocí mutexů a časování

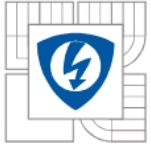




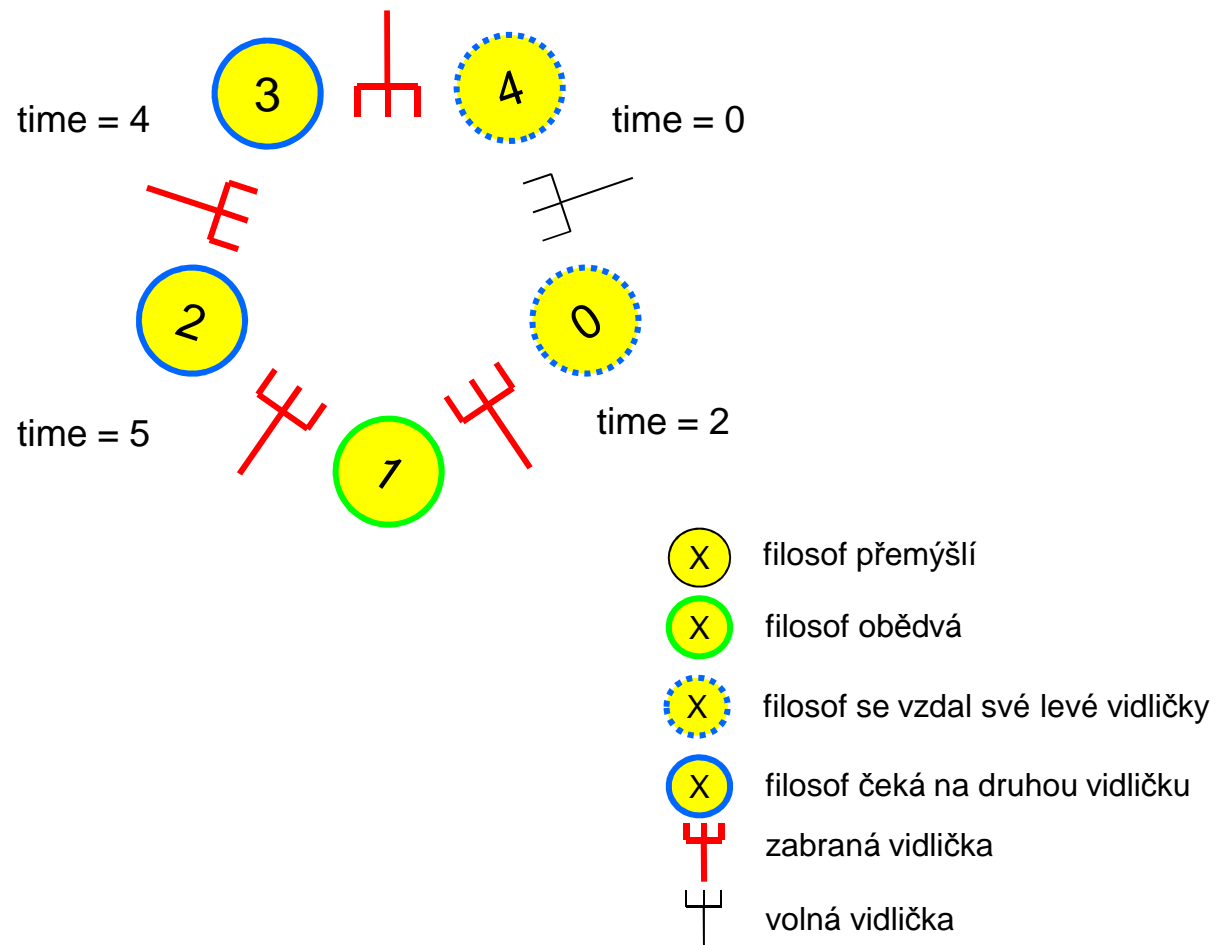
Řešení pomocí mutexů a časování

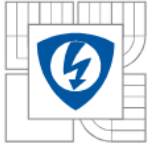


-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

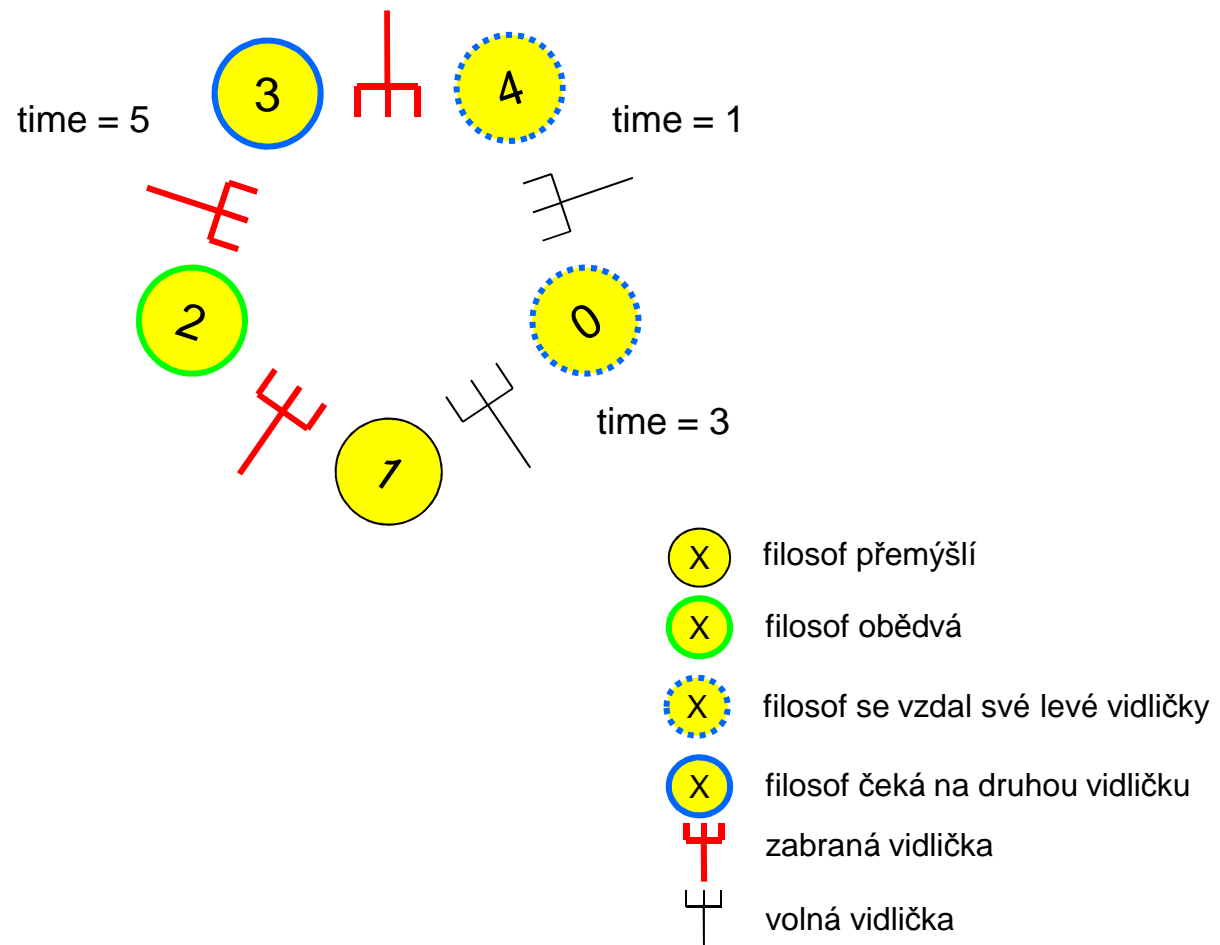


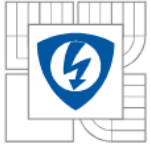
Řešení pomocí mutexů a časování



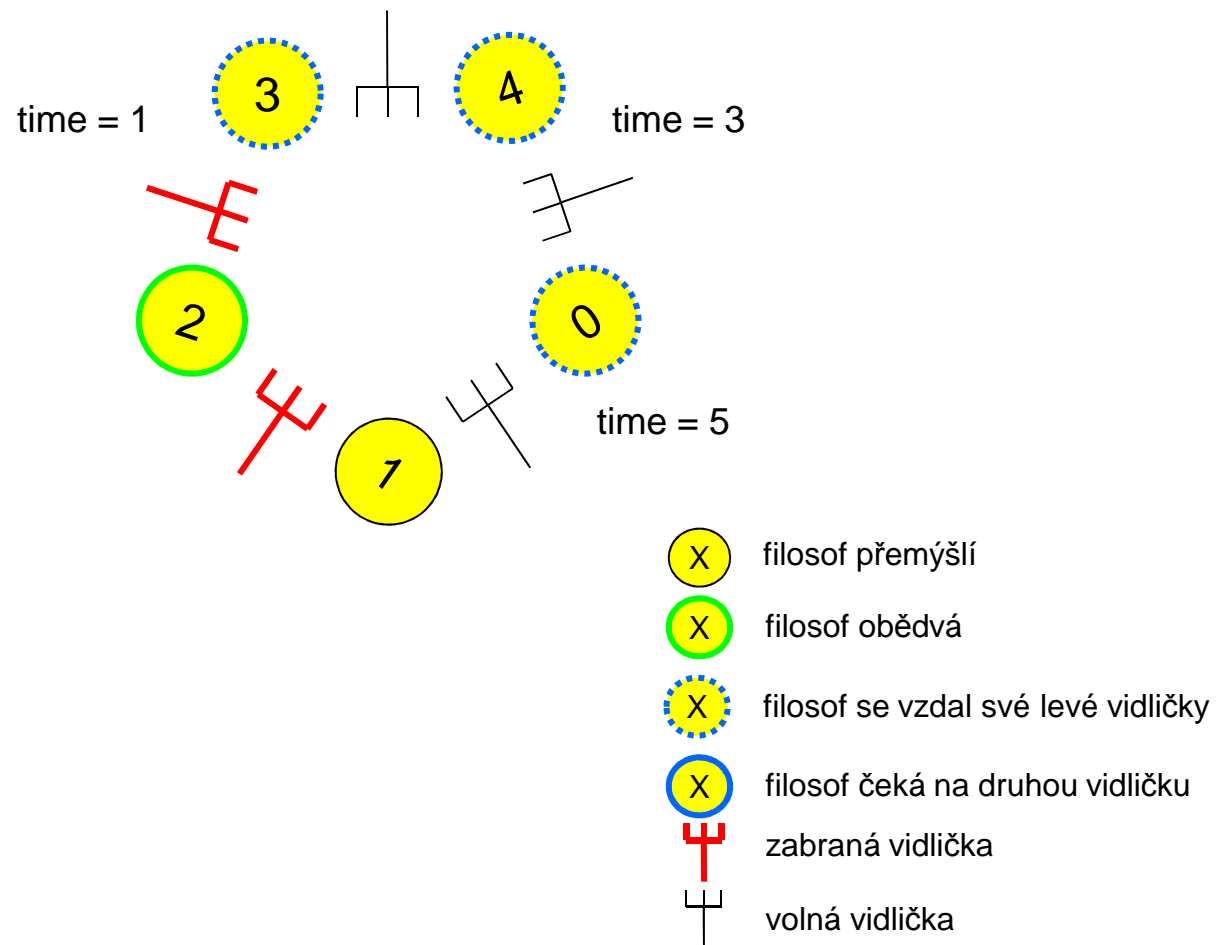


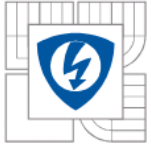
Řešení pomocí mutexů a časování



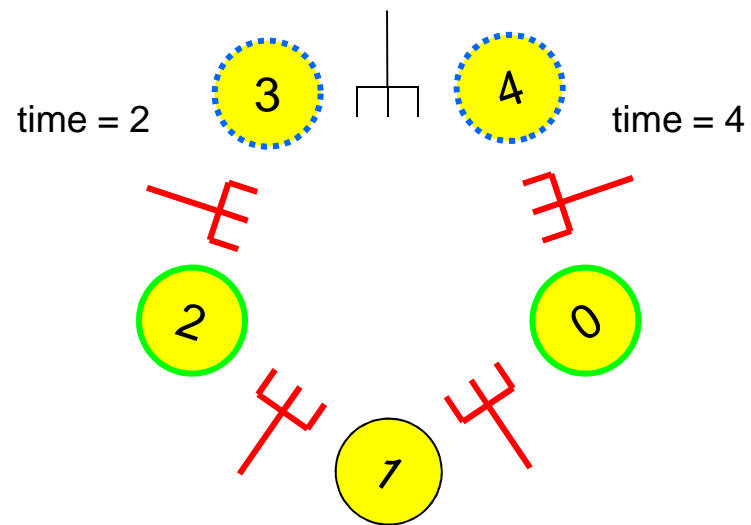








Řešení pomocí mutexů a časování

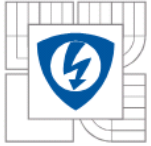




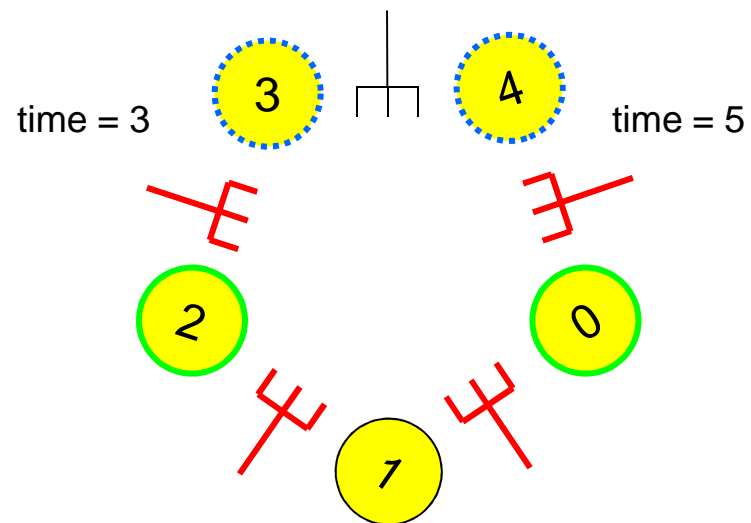
Řešení pomocí mutexů a časování









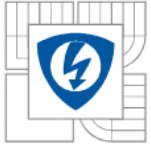
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



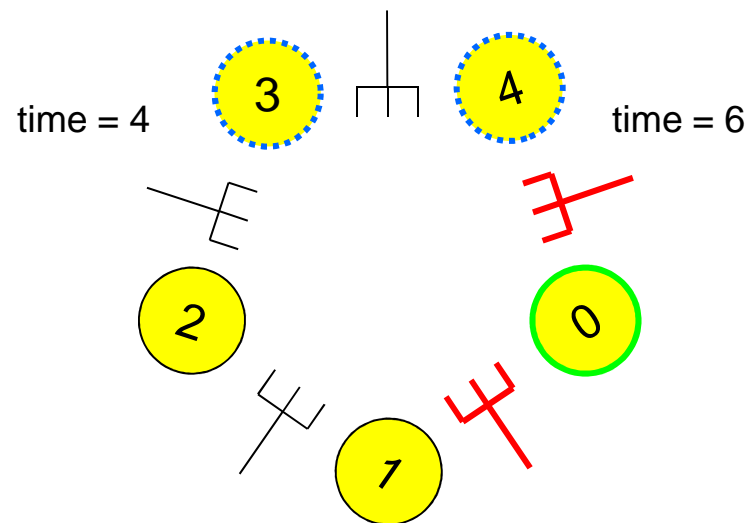
Řešení pomocí mutexů a časování









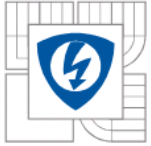
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



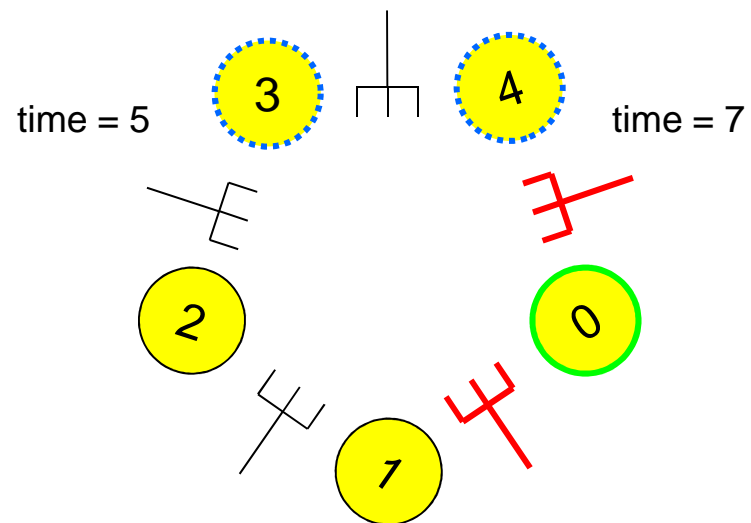
Řešení pomocí mutexů a časování









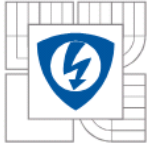
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



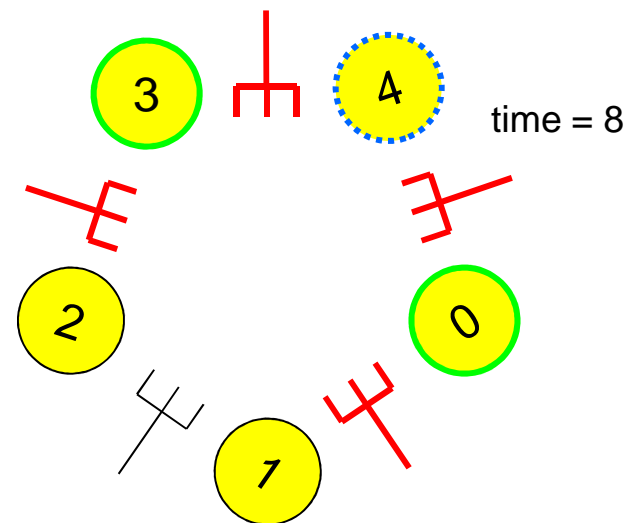
Řešení pomocí mutexů a časování









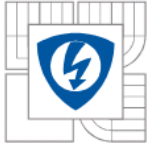
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



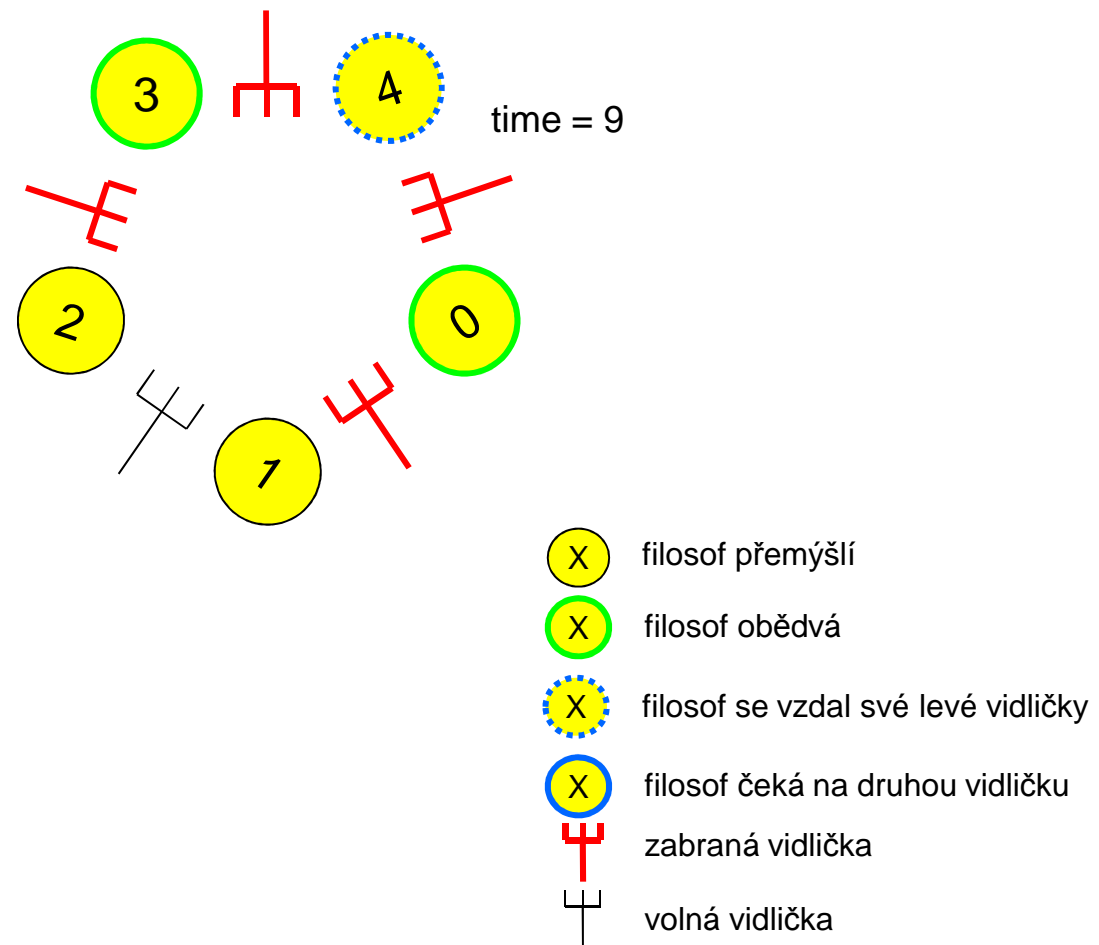
Řešení pomocí mutexů a časování

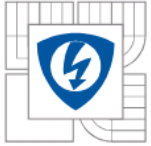


-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

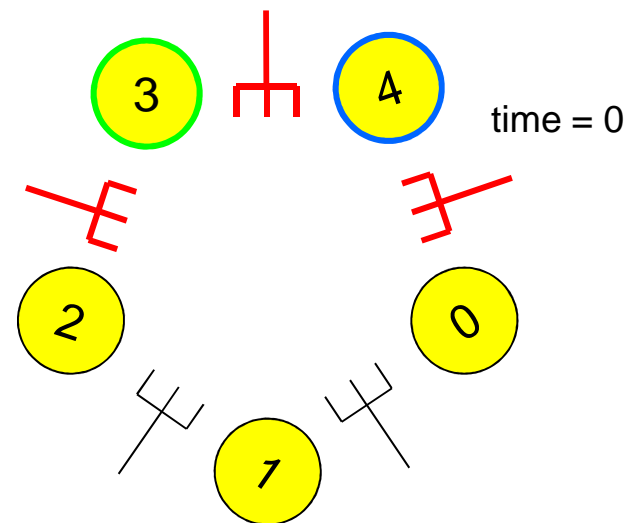








Řešení pomocí mutexů a časování

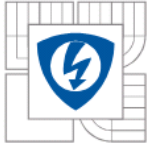




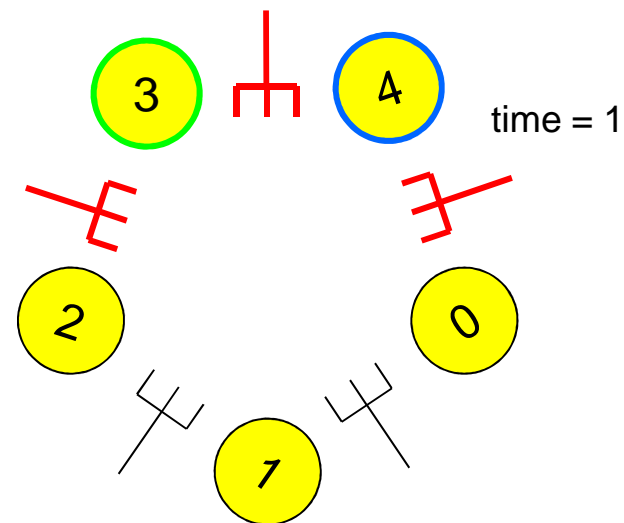
Řešení pomocí mutexů a časování









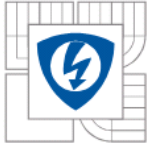
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



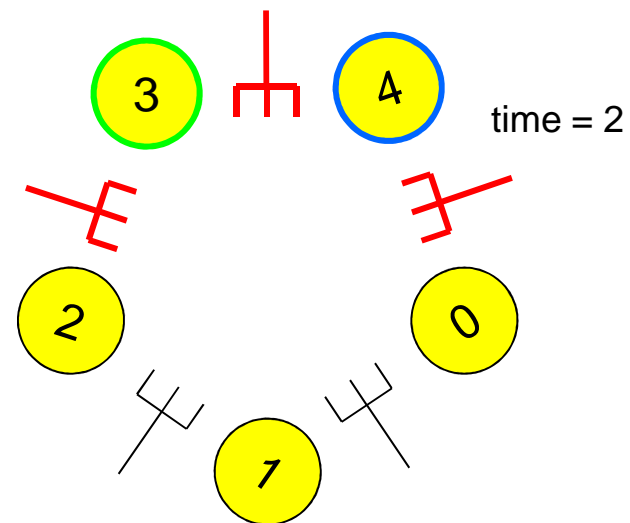
Řešení pomocí mutexů a časování









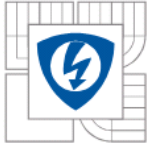
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



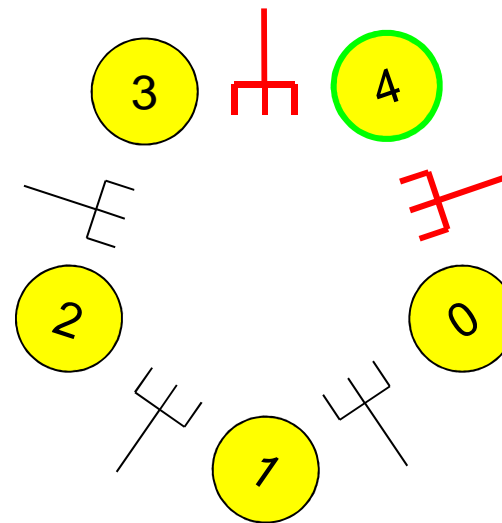
Řešení pomocí mutexů a časování









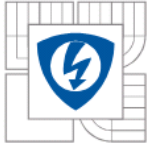
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



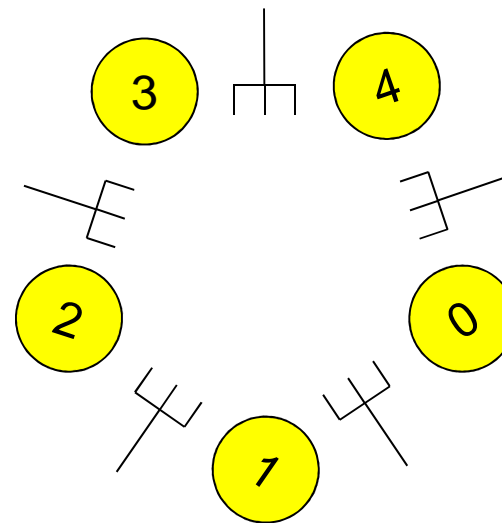
Řešení pomocí mutexů a časování









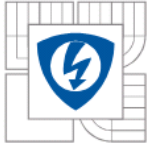
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



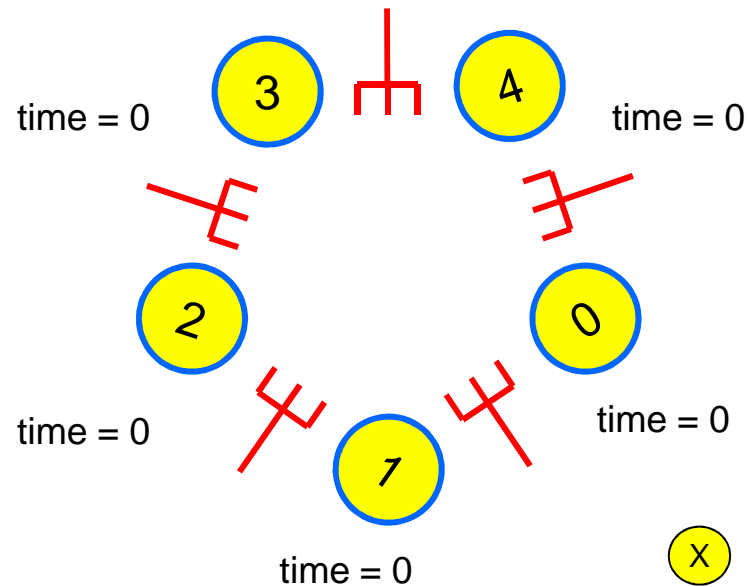
Řešení pomocí mutexů a časování









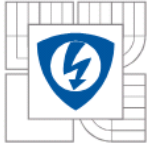
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



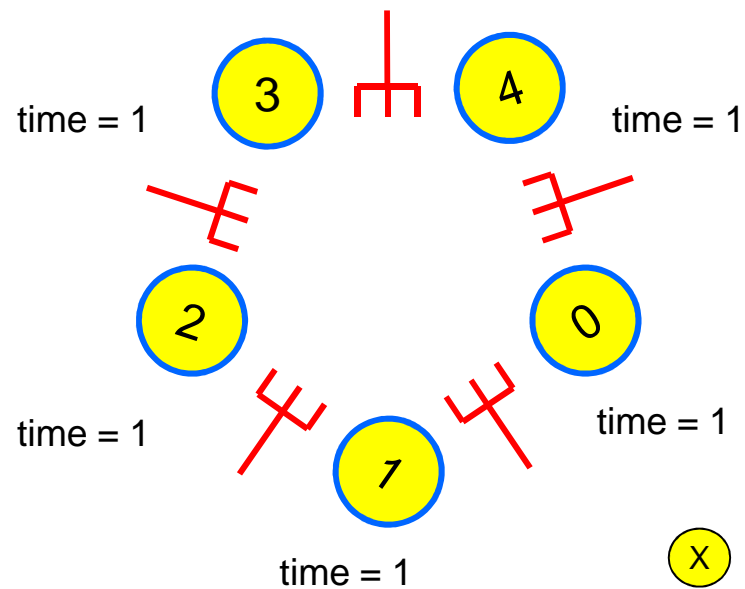
Livelock









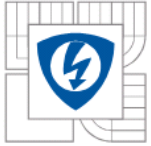
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



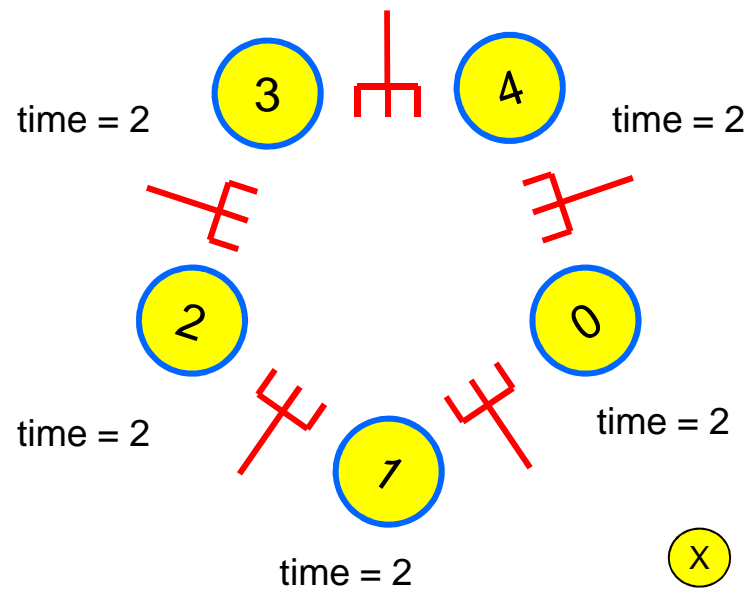
Livelock









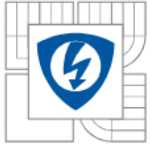
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



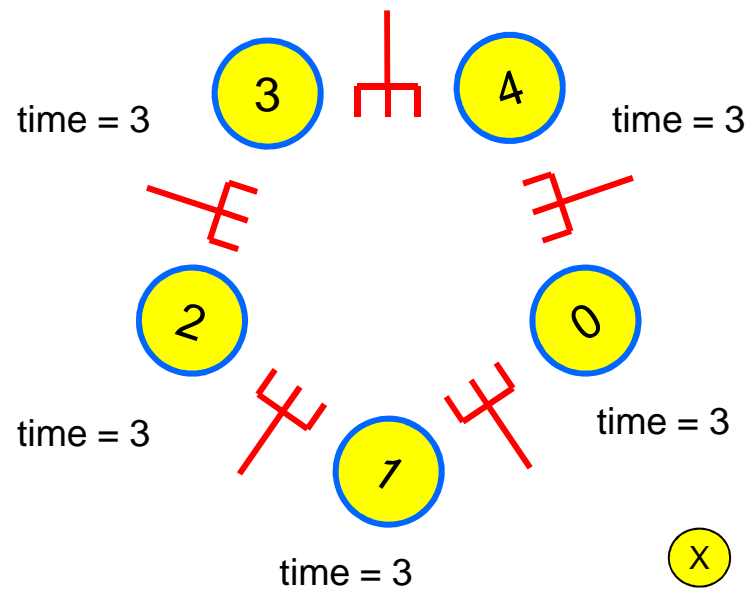
Livelock



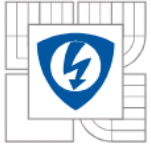
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



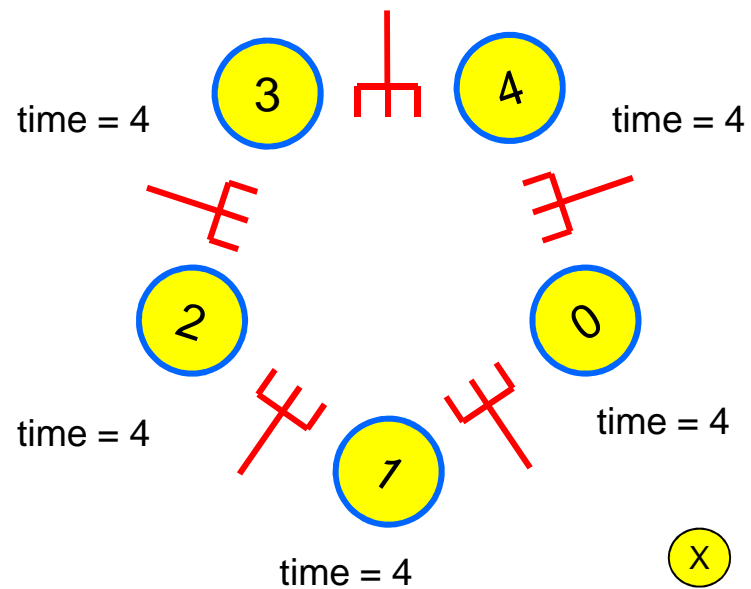
Livelock









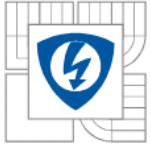
- filosof přemýšlí
- filosof obědvá
- filosof se vzdal své levé vidličky
- filosof čeká na druhou vidličku
- zabraná vidlička
- volná vidlička



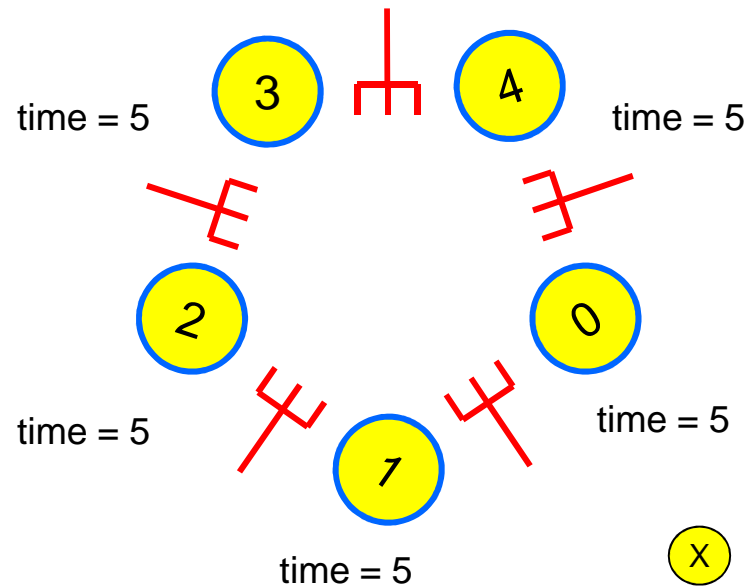
Livelock









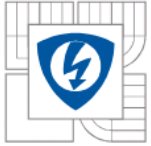
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



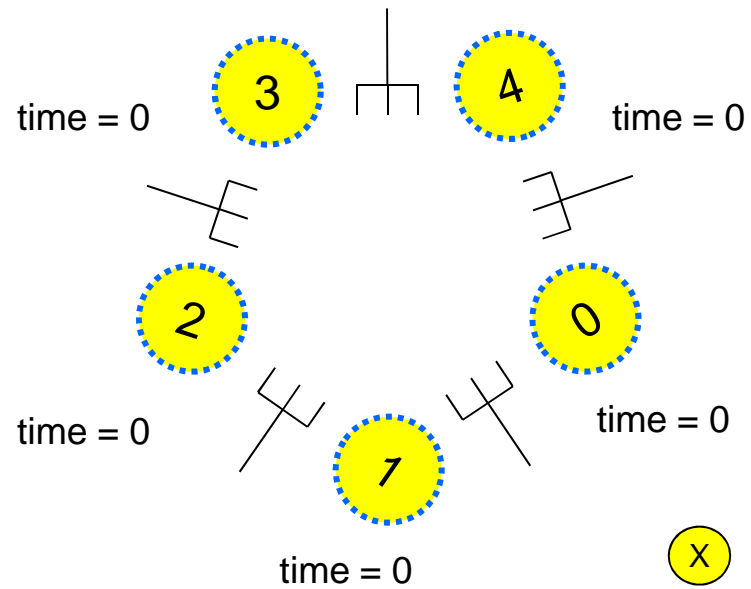
Livelock









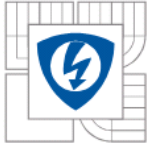
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



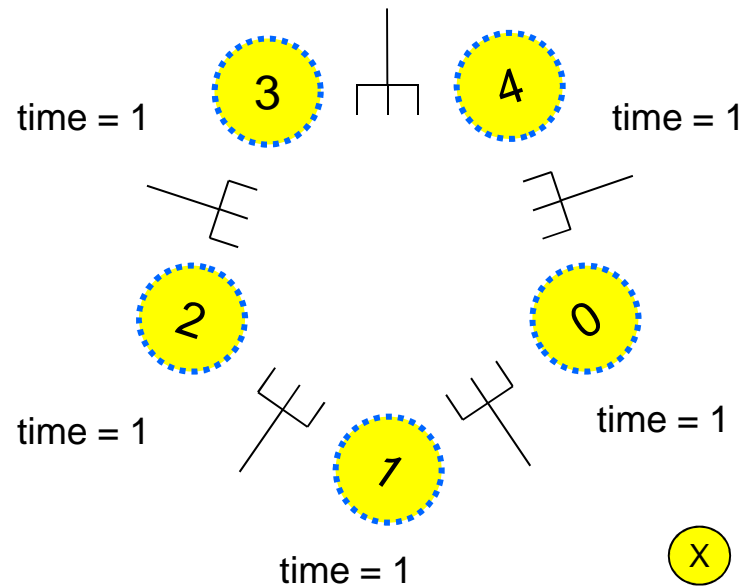
Livelock









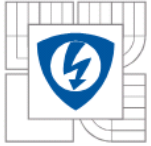
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



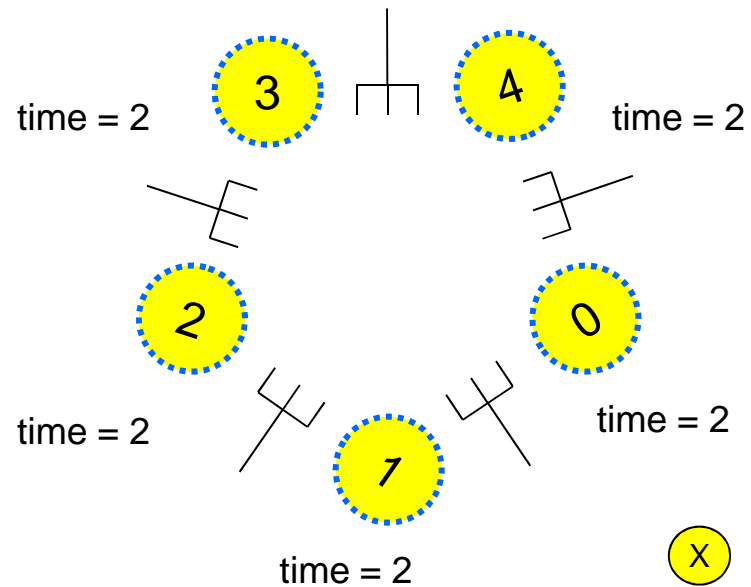
Livelock



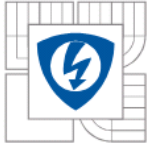
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



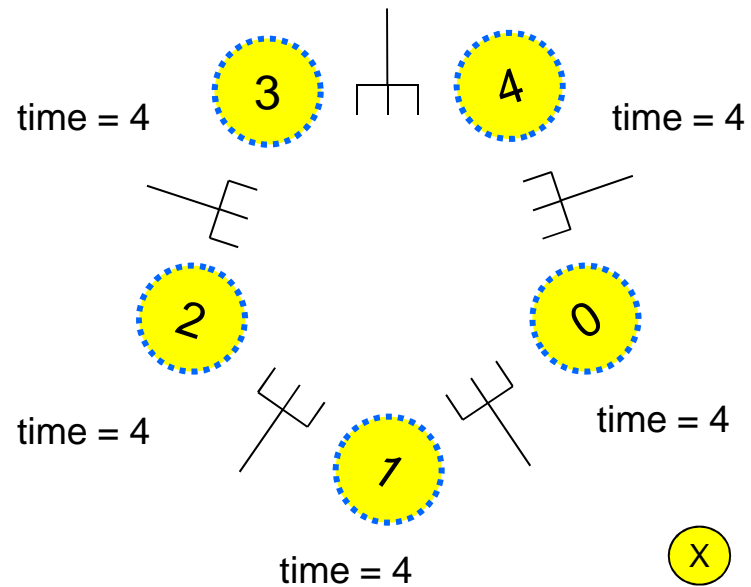
Livelock






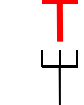


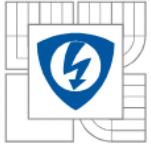
- filosof přemýšlí
- filosof obědvá
- filosof se vzdal své levé vidličky
- filosof čeká na druhou vidličku
- zabraná vidlička
- volná vidlička



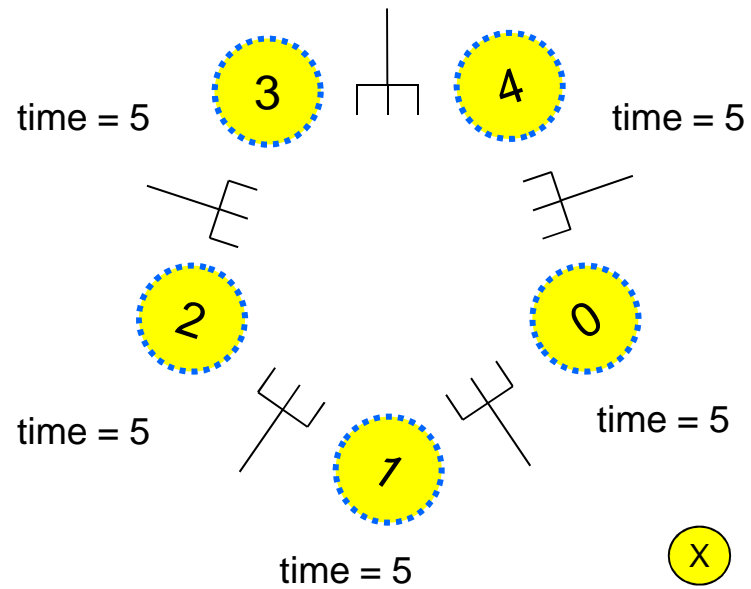
Livelock









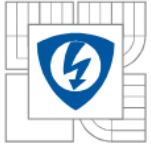
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



Livelock

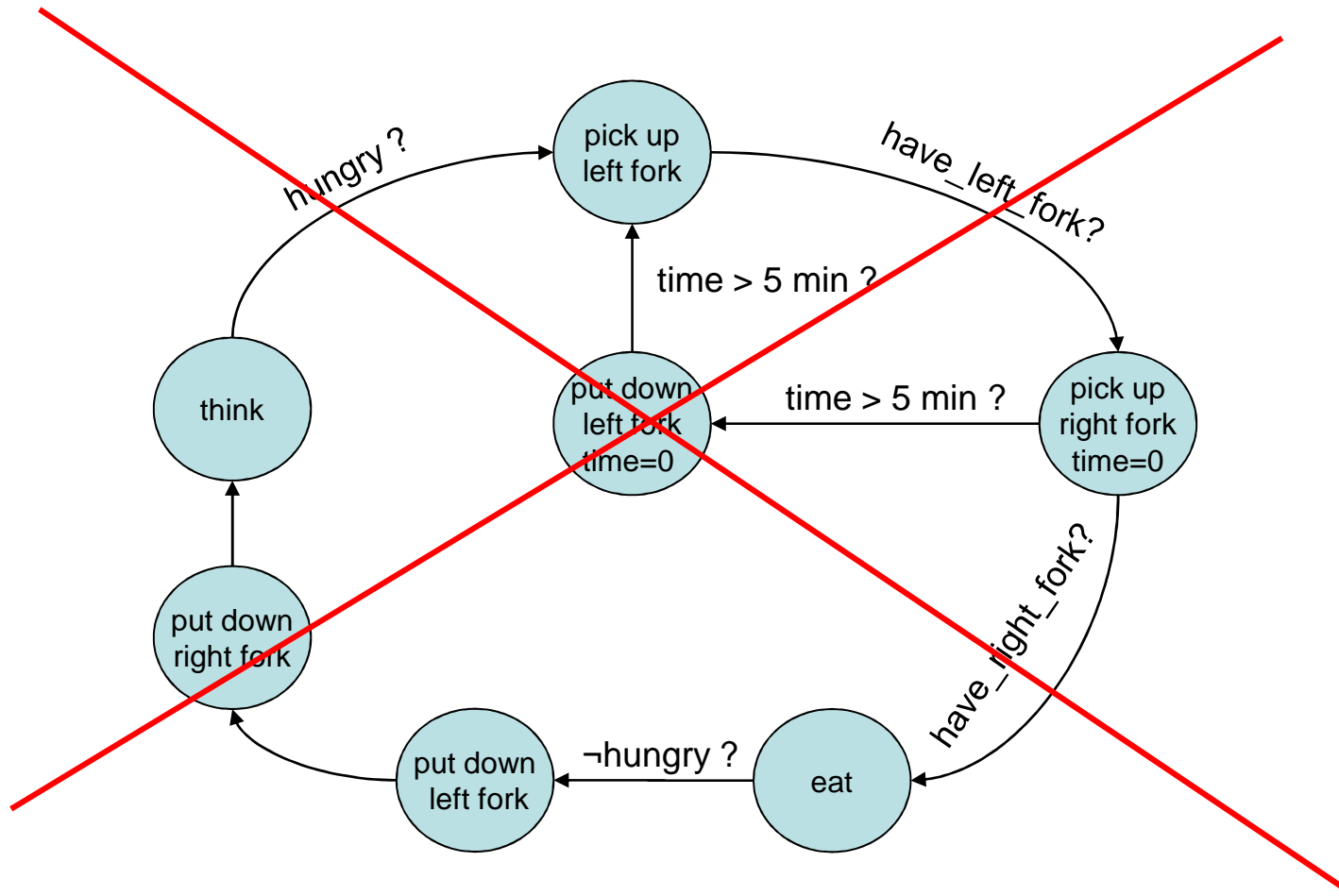


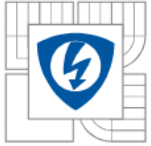
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof se vzdal své levé vidličky
-  filosof čeká na druhou vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



Problém obědvajících filosofů

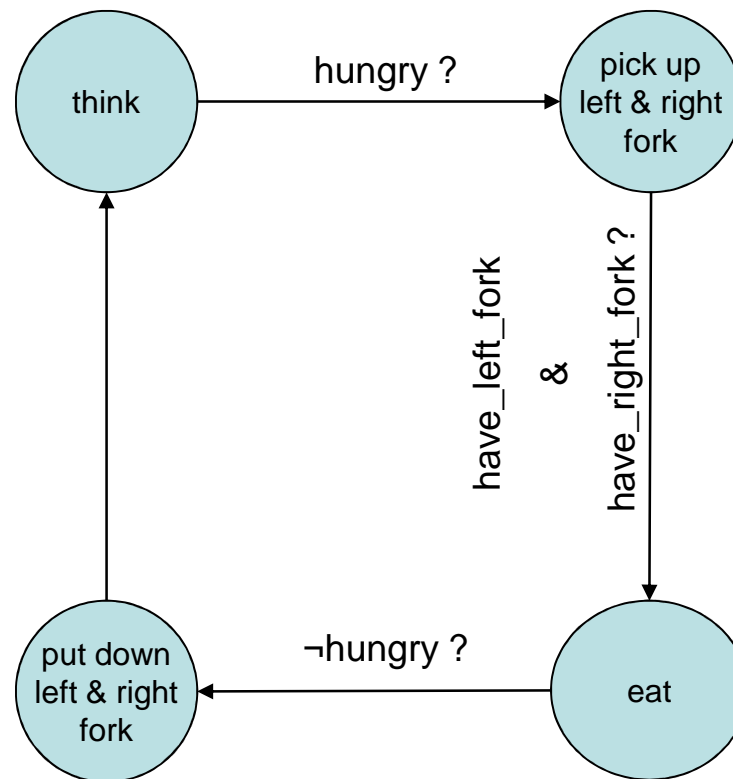
Řešení pomocí mutexů a časování = livelock

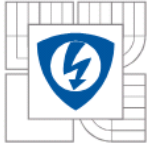




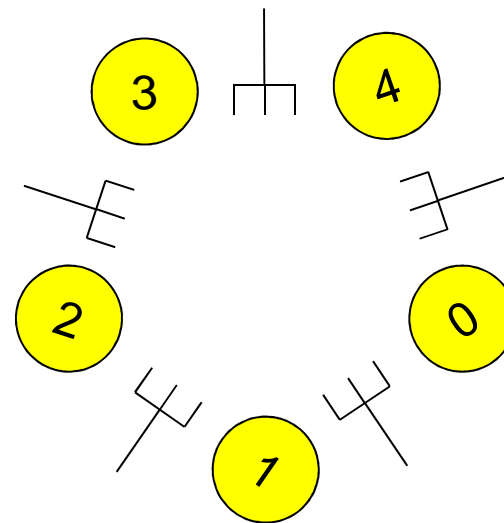
Problém obědvajících filosofů






Řešení pomocí žádostí o všechny požadované zdroje
před vstupem do kritické sekce

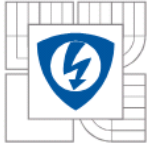




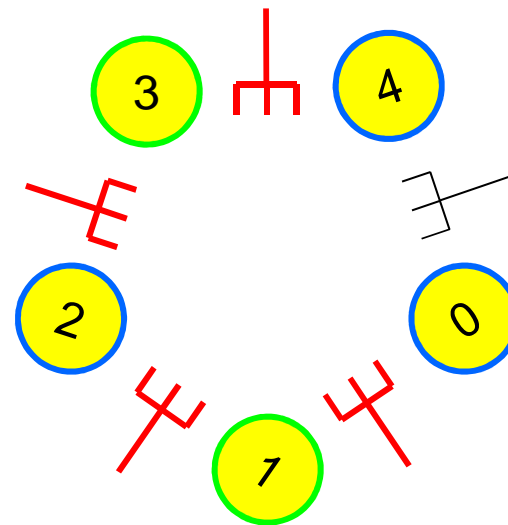
Problém obědvajících filosofů








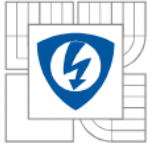
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na obě vidličky
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



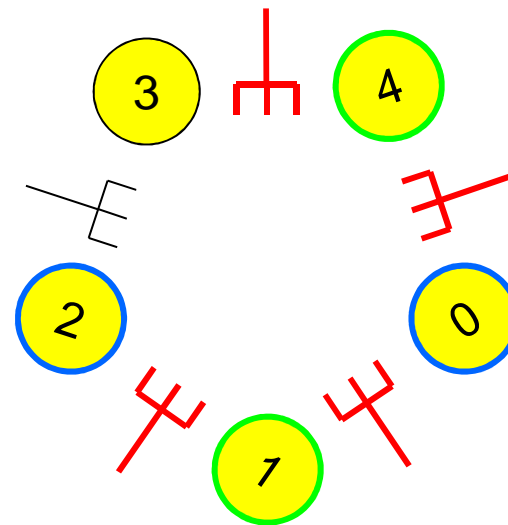
Problém obědvajících filosofů







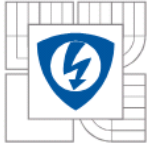
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na obě vidličky
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



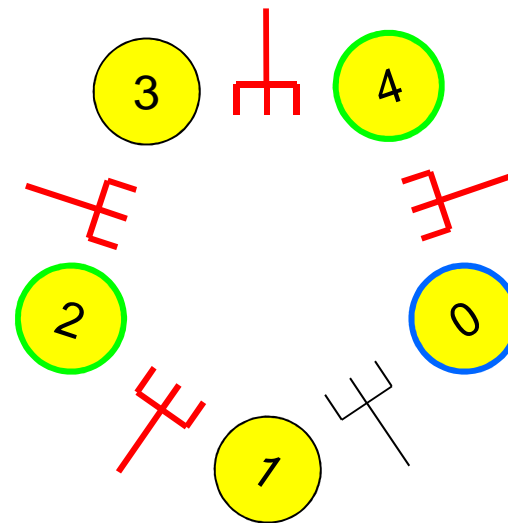
Problém obědvajících filosofů





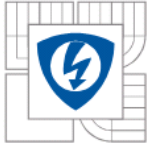
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na obě vidličky
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



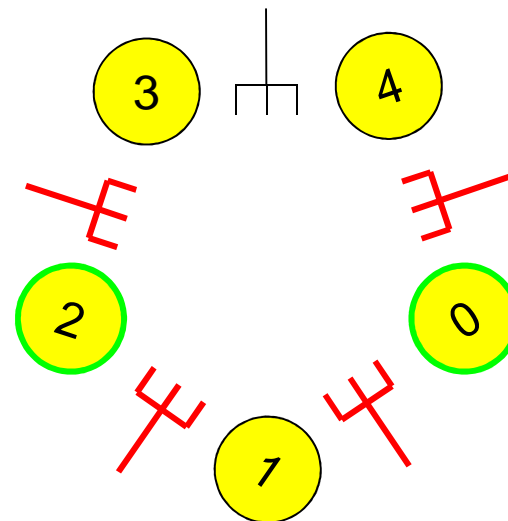
Problém obědvajících filosofů








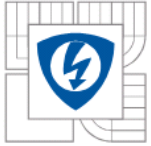
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na obě vidličky
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



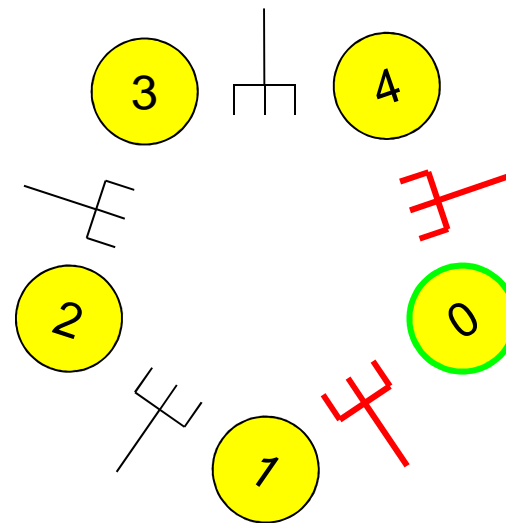
Problém obědvajících filosofů








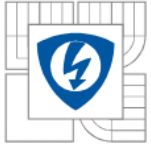
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na obě vidličky
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



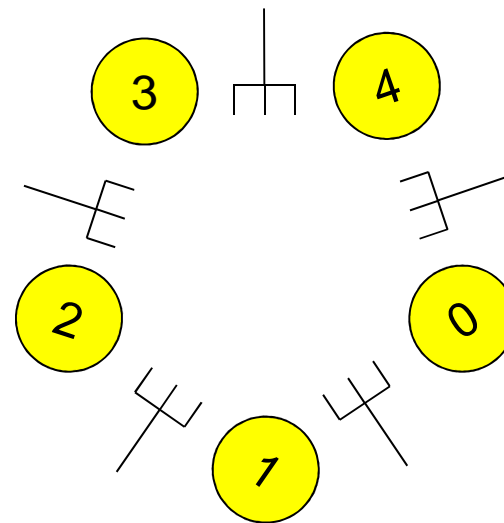
Problém obědvajících filosofů








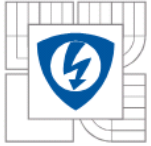
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na obě vidličky
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



Problém obědvajících filosofů

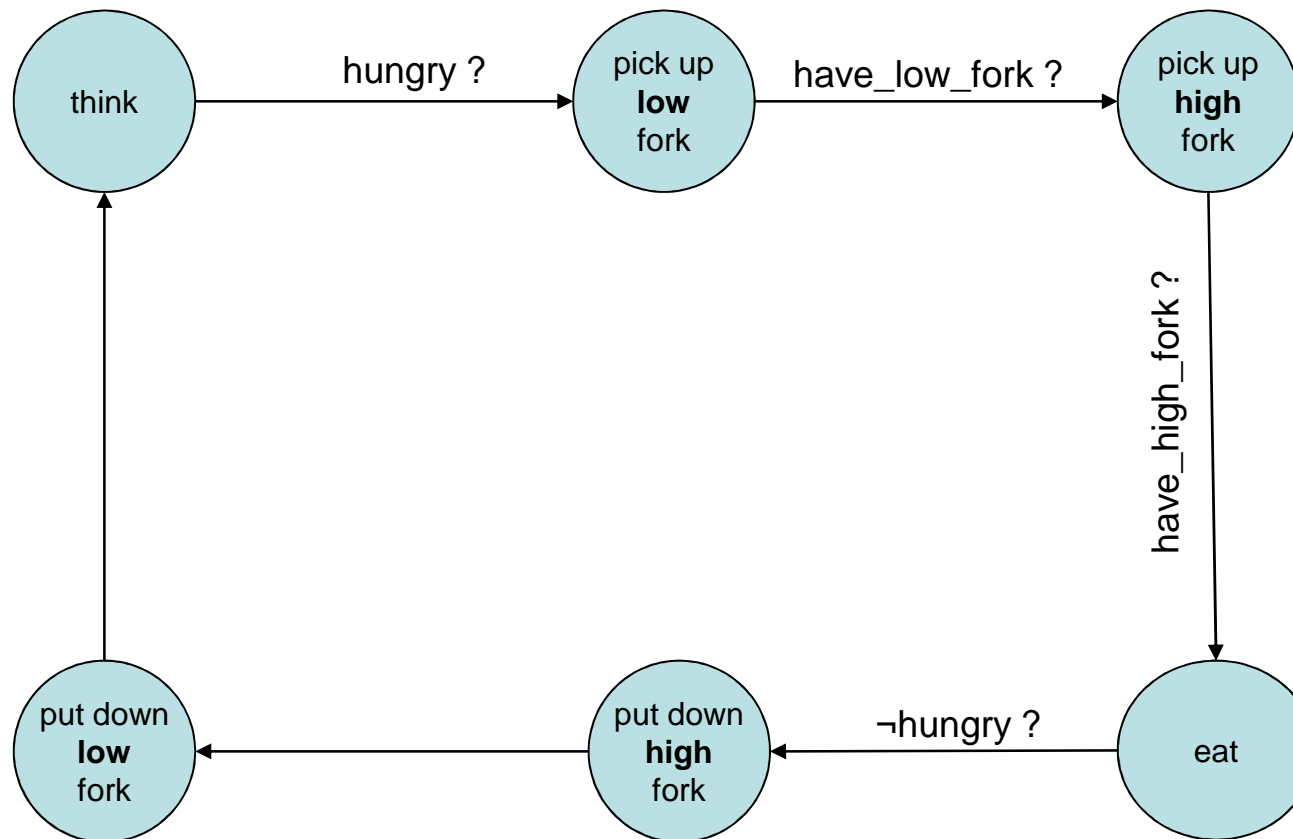


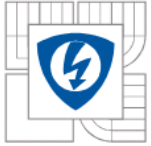
-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na obě vidličky
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



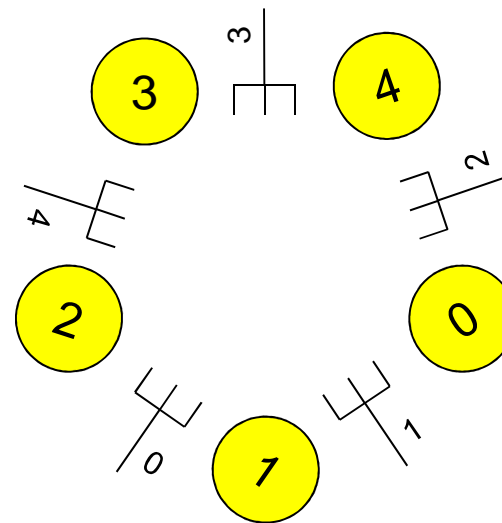
Problém obědvajících filosofů

Řešení pomocí nastavení priorit zdrojům

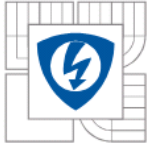




Problém obědvajících filosofů

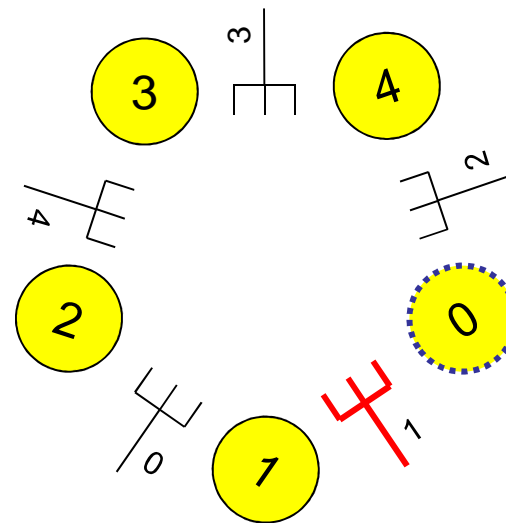


-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na nižší vidličku
-  filosof čeká na vyšší vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



Problém obědvajících filosofů

0-3-2-4-1

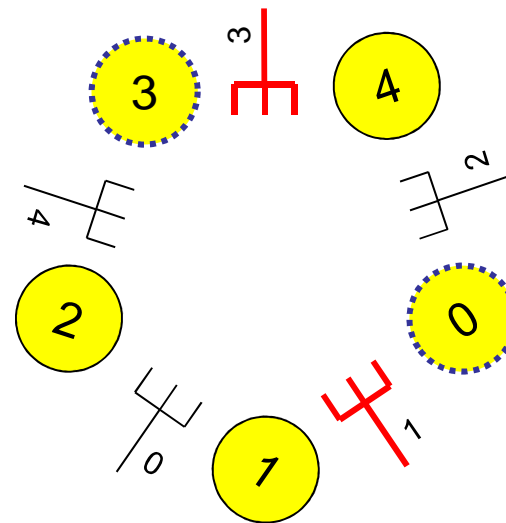


- filosof přemýšlí
- filosof obědvá
- filosof čeká na nižší vidličku
- filosof čeká na vyšší vidličku
- zabraná vidlička
- volná vidlička

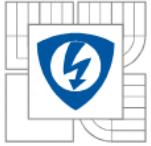


Problém obědvajících filosofů

0-3-2-4-1

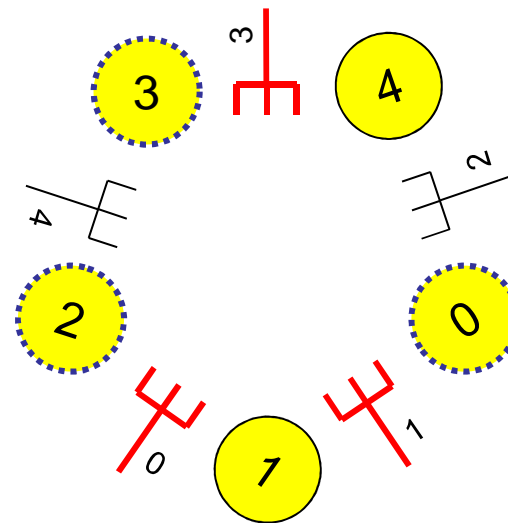


-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na nižší vidličku
-  filosof čeká na vyšší vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

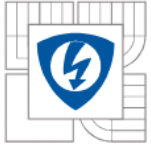


Problém obědvajících filosofů

0-3-2-4-1

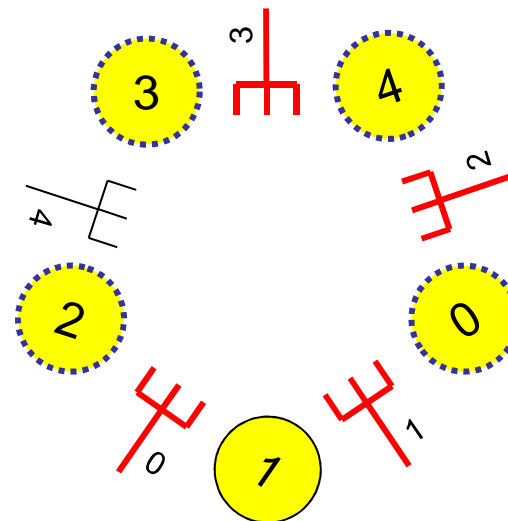


-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na nižší vidličku
-  filosof čeká na vyšší vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

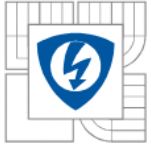


Problém obědvajících filosofů

0-3-2-4-1

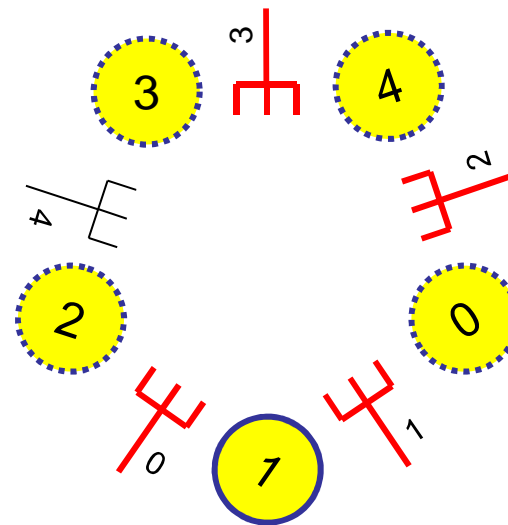


-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na nižší vidličku
-  filosof čeká na vyšší vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

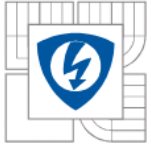


Problém obědvajících filosofů

0-3-2-4-1

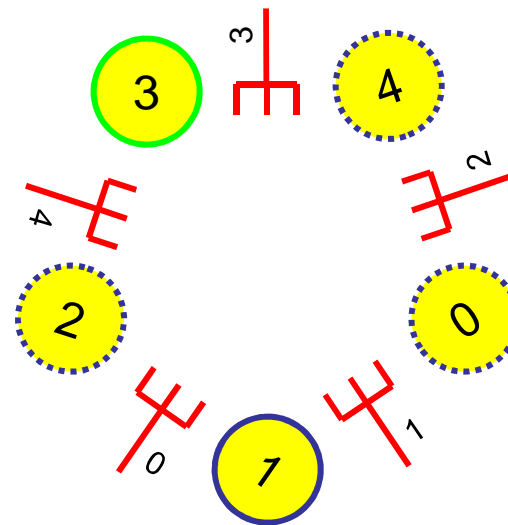


-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na nižší vidličku
-  filosof čeká na vyšší vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

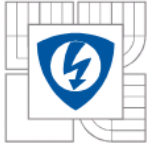


Problém obědvajících filosofů

0-3-2-4-1

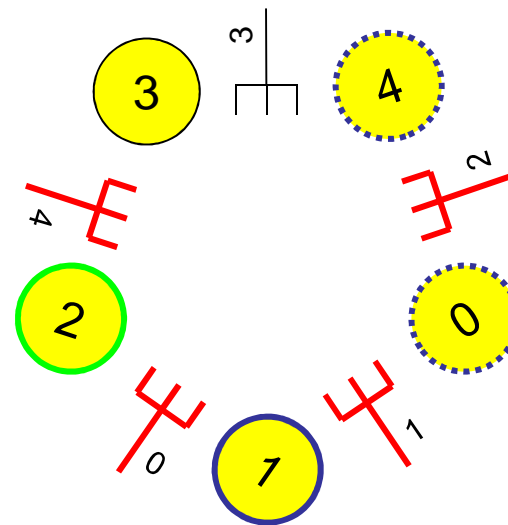


- filosof přemýšlí
- filosof obědvá
- filosof čeká na nižší vidličku
- filosof čeká na vyšší vidličku
- zabraná vidlička
- volná vidlička

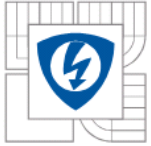


Problém obědvajících filosofů

0-3-2-4-1

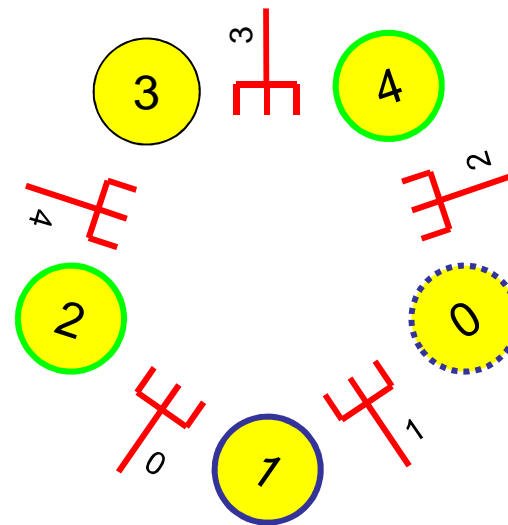


-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na nižší vidličku
-  filosof čeká na vyšší vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

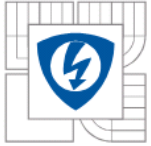


Problém obědvajících filosofů

0-3-2-4-1

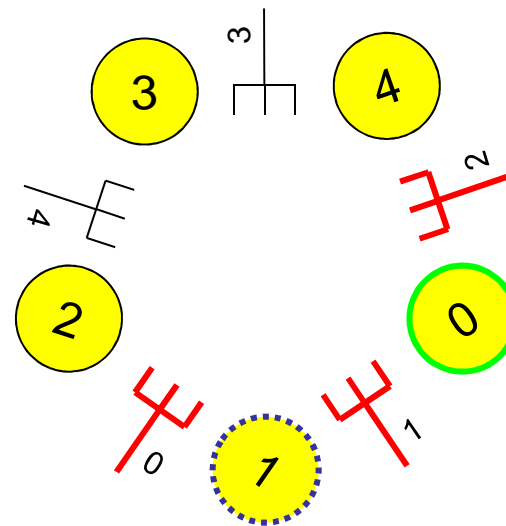


-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na nižší vidličku
-  filosof čeká na vyšší vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

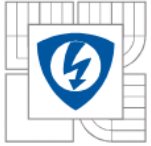


Problém obědvajících filosofů

0-3-2-4-1

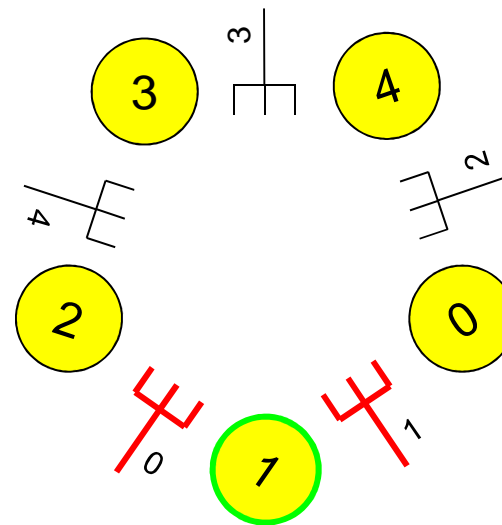


-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na nižší vidličku
-  filosof čeká na vyšší vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička

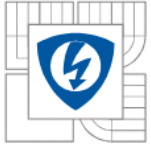


Problém obědvajících filosofů

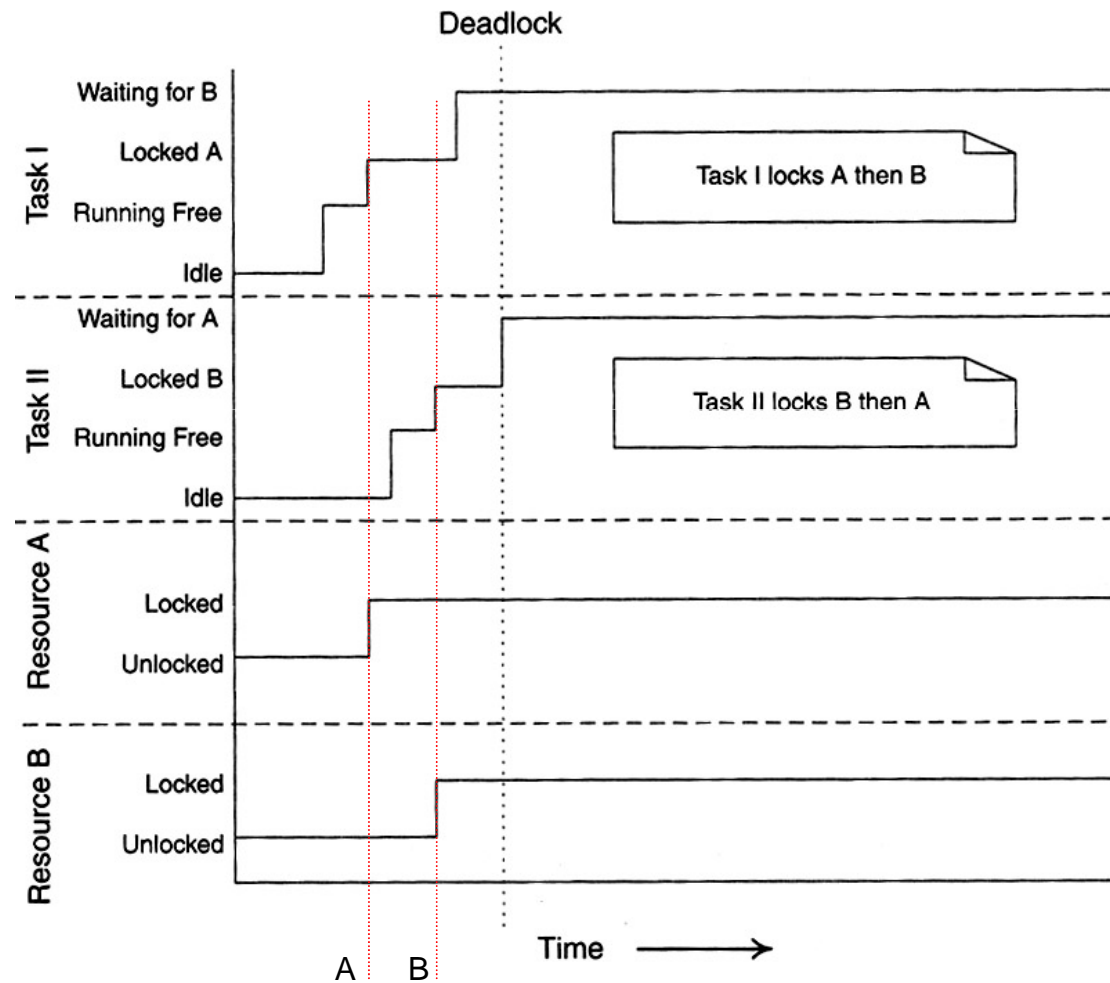
0-3-2-4-1

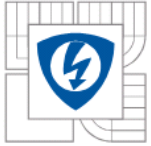


-  filosof přemýšlí
-  filosof obědvá
-  filosof čeká na nižší vidličku
-  filosof čeká na vyšší vidličku
-  zabraná vidlička
-  volná vidlička



Deadlock - uváznutí





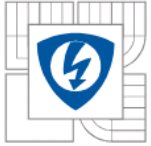
Deadlock - uváznutí

Úloha čeká na podmínku, která **nemůže** být splněna.

V FSA je to stav, který nemá odchozí přechod anebo tento nemůže být nikdy splněn.

V RTOS systémech kritický a často velmi **nebezpečný** jev.

Vzniká špatným návrhem systému, špatným použitím synchronizačních primitiv, popřípadě HW chybou.



Deadlock - uváznutí

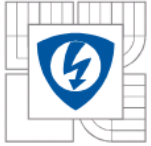
Aby deadlock vznikl **musí** být splněny **všechny** tyto podmínky:

1. Úloha během svého chodu musí vyžadovat exklusivní přístup ke sdílenému zdroji.
2. Úloha která již vlastní sdílené zdroje, musí žádat o další.
3. Úlohu nelze přinutit (např. pomocí OS) aby zdroj vrátila.
4. Musí existovat dvě nebo více úloh, které v kruhu čekají na stejný prostředek.

Obecně deadlock **NELZE** předvídat! Je to ekvivalentní úloha s problémem zastavení programu pro libovolná vstupní data (A. Turing).

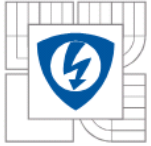
Livelock

Proces se pohybuje v uzavřené množině stavů bez možnosti úniku; nevykonává tak svoji činnost, jen blokuje zdroje -> starvation.



Deadlock - uváznutí

1. Úloha během svého chodu musí vyžadovat exklusivní přístup ke sdílenému zdroji.
 2. Úloha která již vlastní sdílené zdroje, musí žádat o další.
 3. Úlohu nelze přinutit (např. pomocí OS) aby zdroj vrátila.
 4. Musí existovat dvě nebo více úloh, které v kruhu čekají na stejný prostředek.
-
1. Vyvarovat se exkluzivnímu přístupu ke zdroji (např. pomocí front). V RTOS lze jen zřídka a jen pro určité zdroje. Lze také zajistit při velmi **pečlivém** návrhu systému .
 2. Žádat o požadované zdroje naráz a úlohu spustit jen když jsou všechny k dispozici. V RTOS jen pro speciální úlohy a zdroje.
 3. Přinutit úloh, aby vrátila zdroj je často nemožné a používá se jen ve **fail-stop** nebo **fail-safe** systémech.
 4. Vyvarovat se nehierarchickému přidělování zdrojů (pořadí, ve kterém se o zdroje žádá). V RTOS lze zajistit blokování všech ostatních úloh při žádosti o sdílený zdroj (kritické sekce).

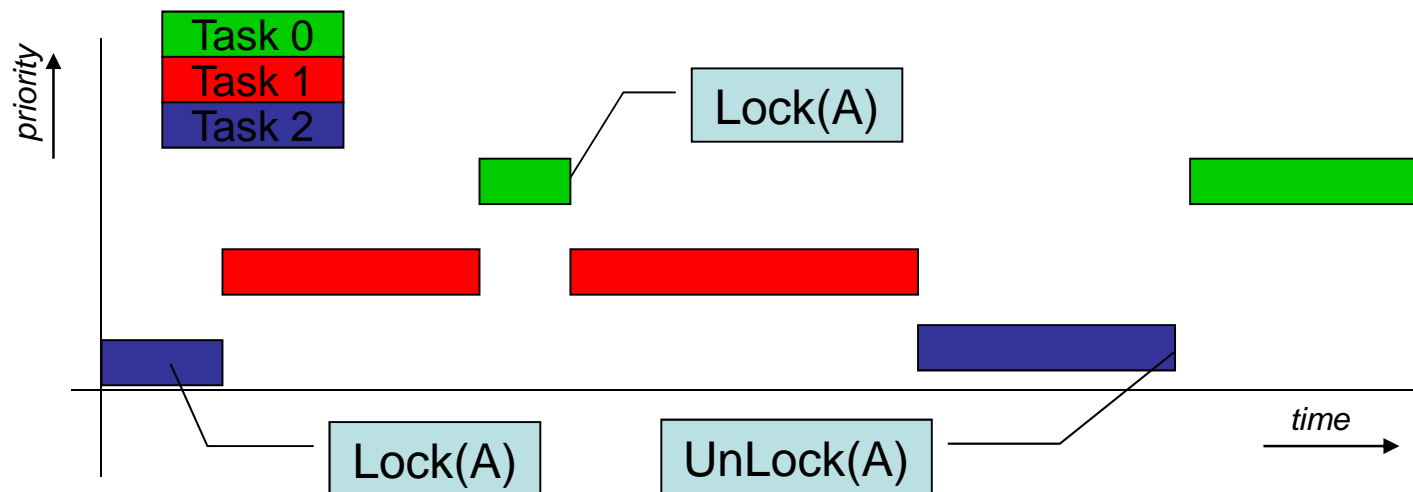


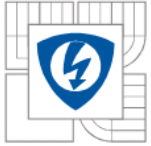
Inverze priorit

Jev, kdy úloha s nižší prioritou (zde Task 2) zablokuje sdílený zdroj, který je posléze vyžadován úlohou s vyšší prioritou (zde Task 0).

Vykonávání úlohy s vyšší prioritou je pak blokováno, dokud úloha s nižší prioritou sdílený zdroj neuvolní.

Situace se často zhoršuje kvůli úloze běžící s prostřední prioritou - zde Task 1, která pak dostane více prostoru k běhu; více než Task 2, protože má vyšší prioritu a také více než Task 0, protože tento Task je ve stavu BLOCKED a čeká na uvolnění zdroje.





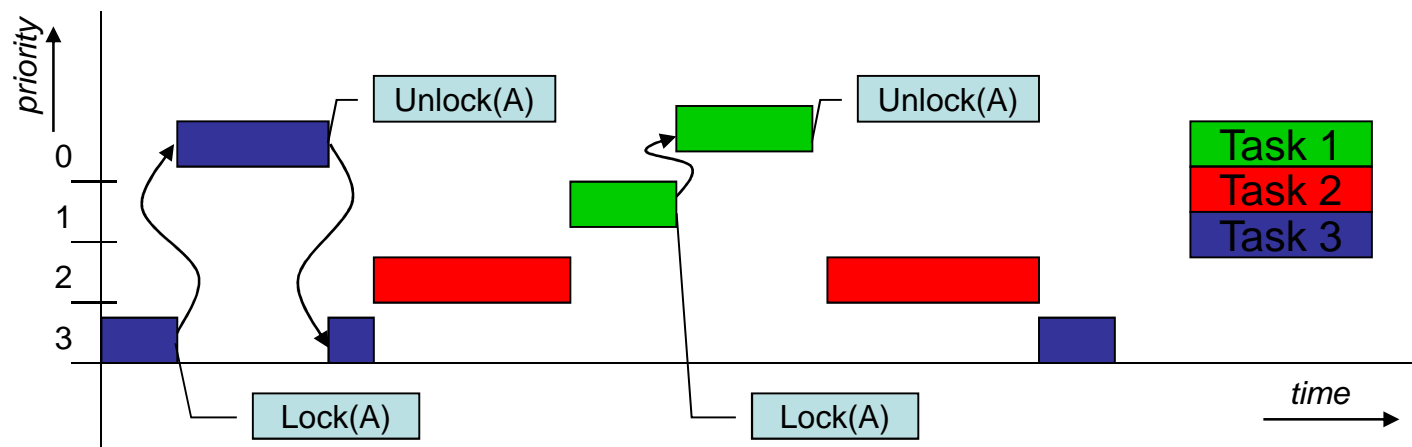
Inverze priorit – priority ceiling

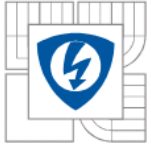
Způsob, jak eliminovat inverzi priorit.

Pracuje tak, že každému sdílenému zdroji je přidělena priorita tak, že je vyšší, než-li dosahuje libovolná úloha v systému (přinejmenším o 1).

Pokud nějaká úloha žádá o takový zdroj, obdrží dočasně prioritu tohoto zdroje a po jeho uvolnění se priorita úlohy vrátí na původní úroveň.

Vyžaduje podporu RTOS.





Inverze priorit – priority inheritance

Způsob, jak eliminovat inverzi priorit.

Pracuje tak, že úloha s nižší prioritou zdědí prioritu úlohy s vyšší prioritou, které žádá o sdílený zdroj. Tato změna priority se uskuteční v okamžiku, kdy úloha s vyšší prioritou začne žádat o přístup ke sdílenému zdroji, který vlastní úloha s nižší prioritou. Úloze je navracena její původní priorita po navrácení zdroje.

Vyžaduje spolupráci RTOS.

