UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Mecanismos de Comunicação no RTAI

Walter Fetter Lages

w.fetter@ieee.org

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia Elétrica

ENG04008 Sistemas de Tempo Real

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Sincronismo e Exclusão Mútua

- Semáforos
  - Named
  - Typed
- Variáveis de Condição & Mutexes
- Variáveis de condição & Mutexes POSIX

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Comunicação

- FIFOs
  - Semáforos
  - Named FIFOs
- Mensagens/RPC
- Mailboxes
  - Named
  - Typed
- Memória Compartilhada
- Mensagens/RPC estendidas
- Mensagens POSIX

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Semáforos

- `void rt_sem_init(SEM *sem,int value`
- `int rt_sem_delete(SEM *sem)`
- `int rt_sem_signal(SEM *sem)`
- `int rt_sem_broadcast(SEM *sem)`
- `int rt_sem_wait(SEM *sem)`
- `void rt_typed_sem_init(SEM *sem, int value,int type)`
  - `CNT_SEM`
  - `BIN_SEM`
  - `RES_SEM`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Semáforos

- `int rt_sem_wait_if(SEM *sem)`
- `int rt_cntsem_wait_if_and_lock(SEM *sem)`
- `int rt_sem_wait_until(SEM *sem, RTIME time)`
- `int rt_sem_wait_timed(SEM *sem, RTIME delay)`
- `int rt_sem_wait_barrier(SEM *sem)`
- `SEM *rt_typed_named_sem_init(const char *sem_name, int value,int type)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Variáveis de Condição

- `rt_cond_init(cnd)`
- `rt_cond_delete(cnd)`
- `rt_cond_destroy(cnd)`
- `rt_cond_signal(cnd)`
- `rt_cond_broadcast(cnd)`
- `int rt_cond_wait(CND *cnd,SEM *mtx)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Variáveis de Condição

- `int rt_cond_wait_until(CND *cnd, SEM *mtx, RTIME time)`
- `rt_cond_timedwait(cnd,mtx,time)`
- `int rt_cond_wait_timed(CND *cnd, SEM *mtx, RTIME delay)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Mutexes

- `rt_mutex_init(mtx)`
- `rt_mutex_destroy(mtx)`
- `rt_mutex_trylock(mtx)`
- `rt_mutex_lock(mtx)`
- `rt_mutex_unlock(mtx)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Variáveis de Condição POSIX

- `int pthread_cond_init(`
  `pthread_cond_t *cond,`
  `pthread_condattr_t *cond_attr)`
  - Variáveis do tipo `pthread_cont_t` podem ser inicializadas com a constante `PTHREAD_COND_INITIALIZER`
- `int pthread_condattr_init(`
  `pthread_condattr_t *attr)`
- `int pthread_condattr_destroy(`
  `pthread_condattr_t *attr)`
- `int pthread_cond_destroy(`
  `pthread_cond _t *cond)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Variáveis de Condição POSIX

- `int pthread_cond_signal(`
  `pthread_cond_t *cond)`
- `int pthread_cond_broadcast(`
  `pthread_cond_t *cond)`
- `int pthread_cond_wait(`
  `pthread_cond_t *cond,`
  `pthread_mutex_t *mutex)`
- `int pthread_cond_timedwait(`
  `pthread_cond_t *cond,`
  `pthread_mutex_t *mutex,`
  `const struct timespec *abstime)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Mutexes POSIX

- `int pthread_mutex_init(pthread_mutex_t *mutex, const pthread_mutexattr_t *mutexattr)`
  - Variáveis do tipo `pthread_mutex_t` podem ser inicializadas com a constante `PTHREAD_MUTEX_INITIALIZER`
- `int pthread_mutexattr_init(pthread_mutexattr_t *attr)`
- `int pthread_mutexattr_destroy(pthread_mutexattr_t *attr)`
- `int pthread_mutex_destroy(pthread_mutex_t *mutex)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Mutexes POSIX

- `int pthread_mutex_lock(`
  `pthread_mutex_t *mutex)`
- `int pthread_mutex_trylock(`
  `pthread_mutex_t *mutex)`
- `int pthread_mutex_unlock(`
  `pthread_mutex_t *mutex)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

FIFOs

- `int rtf_create(unsigned int fifo, int size)`
- `int rtf_create_named( const char *name)`
- `int rtf_getfifobyname( const char *name)`
- `int rtf_reset(unsigned int fifo)`
- `int rtf_destroy(unsigned int fifo)`
- `int rtf_resize(unsigned int minor, int size)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

FIFOs

- `int rtf_put(unsigned int fifo, void *buf, int count)`
- `int rtf_ovrwr_put(unsigned int fifo void *buf int count`
- `int rtf_get(unsigned int fifo, void *buf, int count)`
- `int rtf_evdrp(unsigned int fifo, void *buf, int count)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Named FIFOs

- `int rtf_getfifobyname(`
  `const char *name)`
- `int rtf_create_named(`
  `const char *name)`

Semáforos para as FIFOs

- `int rtf_sem_init(unsigned int fifo, int value)`
- `int rtf_sem_post(unsigned int fifo)`
- `int rtf_sem_trywait( unsigned int fifo)`
- `int rtf_sem_destroy( unsigned int fifo)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Mensagens

- `RT_TASK *rt_send(RT_TASK *task, unsigned int msg)`
- `RT_TASK *rt_send_if(RT_TASK *task, unsigned int msg)`
- `RT_TASK *rt_send_until(RT_TASK *task, unsigned int msg, RTIME time)`
- `RT_TASK *rt_send_timed(RT_TASK *task, unsigned int msg, RTIME delay)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Mensagens

- `RT_TASK *rt_evdrp(RT_TASK *task, unsigned int *msg)`
- `RT_TASK *rt_receive(RT_TASK *task, unsigned int *msg)`
- `RT_TASK *rt_receive_if( RT_TASK *task, unsigned int *msg)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Mensagens

- `RT_TASK *rt_receive_until(`
  `RT_TASK *task,`
  `unsigned int *msg`
  `RTIME time)`
- `RT_TASK *rt_receive_timed(`
  `RT_TASK *task,`
  `unsigned int *msg`
  `RTIME delay)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

RPC

- `RT_TASK *rt_rpc(RT_TASK *task, unsigned int to_do, unsigned int *result)`
- `RT_TASK *rt_rpc_if(RT_TASK *task, unsigned int to_do, unsigned int *result)`
- `RT_TASK *rt_rpc_until(RT_TASK *task, unsigned int to_do, unsigned int *result RTIME time)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

RPC

- `RT_TASK *rt_rpc_timed(RT_TASK *task, unsigned int to_do, unsigned int *result, RTIME delay)`
- `rt_isrpc(RT_TASK *task)`
- `RT_TASK *rt_return(RT_TASK *task, unsigned int result)`
  - Recepção com `rt_receive*()`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Mailboxes

- `int rt_typed_mbx_init(MBX *mbx, int size, int qtype)`
  - `FIFO_Q, PRIO_Q, RES_Q`
- `int rt_mbx_init(MBX *mbx, int size)`
- `int rt_mbx_delete(MBX *mbx)`
- `int rt_mbx_send(MBX *mbx, void *msg, int msg_size)`
- `int rt_mbx_send_wp(MBX *mbx, void *msg, int msg_size)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Mailboxes

- `int rt_mbx_send_if(MBX *mbx, void *msg,int msg_size)`
- `int rt_mbx_send_until(MBX *mbx, void *msg,int msg_size, RTIME time)`
- `int rt_mbx_send_timed(MBX *mbx, void *msg,int msg_size, RTIME delay)`
- `int rt_mbx_ovrwr_send(MBX *mbx, void *msg,int msg_size)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Mailboxes

- `int rt_mbx_evdrp(MBX *mbx, void *msg, int msg_size)`
- `int rt_mbx_receive(MBX *mbx, void *msg, int msg_size)`
- `int rt_mbx_receive_wp(MBX *mbx, void *msg, int msg_size)`
- `int rt_mbx_receive_if(MBX *mbx, void *msg, int msg_size)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Mailboxes

- `int rt_mbx_receive_until(MBX *mbx, void *msg,int msg_size, RTIME time)`
- `int rt_mbx_receive_timed(MBX *mbx, void *msg,int msg_size, RTIME delay`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Named Mailboxes

- `MBX *rt_typed_named_mbx_init(`
  `const char *mbx_name`
  `int size,int qtype)`
- `rt_named_mbx_init(mbx_name,size)`
- `int rt_named_mbx_delete(MBX *mbx)`
- `rt_get_adr(name)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Typed Mailboxes

- `int rt_tbx_init(TBX *tbx,int size, int flags)`
- `int rt_tbx_delete(TBX *tbx)`
- `int rt_tbx_send(TBX *tbx,void *msg, int msg_size)`
- `int rt_tbx_send_if(TBX *tbx, void *msg,int msg_size)`
- `int rt_tbx_send_until(TBX *tbx, void *msg,int msg_size, RTIME time)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Typed Mailboxes

- `int rt_tbx_send_timed(TBX *tbx, void *msg,int msg_size, RTIME delay)`
- `int rt_tbx_receive(TBX *tbx, void *msg,int msg_size)`
- `int rt_tbx_receive_if(TBX *tbx, void *msg,int msg_size)`
- `int rt_tbx_receive_until(TBX *tbx, void *msg,int msg_size, RTIME time)`

Typed Mailboxes

- `int rt_tbx_receive_timed(TBX *tbx, void *msg, int msg_size, RTIME delay)`
- `int rt_tbx_broadcast(TBX *tbx, void *msg,int msg_size)`
- `int rt_tbx_broadcast_if(TBX *tbx, void *msg,int msg_size)`
- `int rt_tbx_broadcast_until(TBX *tbx, void *msg,int msg_size, RTIME time)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Typed Mailboxes

- `int rt_tbx_broadcast_timed(TBX *tbx, void *msg,int msg_size, RTIME delay)`
- `int rt_tbx_urgent(TBX *tbx, void *msg,int msg_size)`
- `int rt_tbx_urgent_if(TBX *tbx, void *msg,int msg_size)`
- `int rt_tbx_urgent_until(TBX *tbx, void *msg,int msg_size, RTIME time)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Typed Mailboxes

- `int rt_tbx_urgent_timed(TBX *tbx, void *msg,int msg_size, RTIME delay)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Memória Compartilhada

- `void *rtai_malloc(`
  `unsigned long name,`
  `int size)`
- `void rtai_free(int name,void *addr)`
- `void *rtai_malloc_adr(`
  `void *start_address,`
  `unsigned long name,`
  `int size)`
- `void *rtai_kmalloc(int name,`
  `int size)`
- `void rtai_kfree(int name)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Mensagens Estendidas

- `RT_TASK *rt_sendx(RT_TASK *task, void *msg,int size)`
- `RT_TASK *rt_sendx_if(RT_TASK *task, void *msg,int size)`
- `RT_TASK *rt_sendx_until( RT_TASK *task, void *msg, int size RTIME time)`
- `RT_TASK *rt_sendx_timed( RT_TASK *task, void *msg,int size, RTIME delay)`

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Mensagens Estendidas

- `RT_TASK *rt_returnx(RT_TASK *task, void *msg,int size)`
- `RT_TASK *rt_evdrpx(RT_TASK *task, void *msg,int size,int *len)`
- `RT_TASK *rt_receivex(RT_TASK *task, void *msg,int size,int *len)`
- `RT_TASK *rt_receivex_if(RT_TASK *ta void *msg,int si int *len)`

Mensagens Estendidas

- RT_TASK *rt_receivex_until(
  RT_TASK *task,
  void *msg,int size,int *len,
  RTIME time)
- RT_TASK *rt_receivex_timed(
  RT_TASK *task,
  void *msg,int size,int *len,
  RTIME delay)

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

RPC Estendida

- RT_TASK *rt_rpcx(RT_TASK *task,
  void *smsg,void *rmsg,
  int ssize,int rsize)
- RT_TASK *rt_rpcx_if(RT_TASK *task,
  void *smsg,void *rmsg,
  int ssize,int rsize)
- RT_TASK *rt_rpcx_until(
  RT_TASK *task,
  void *smsg,void *rmsg,
  int ssize,int rsize,
  RTIME time)

RPC Estendida

- RT_TASK *rt_rpcx_timed(
  RT_TASK *task,
  void *smsg,void *rmsg,
  int ssize,int rsize,
  RTIME delay)
- RT_TASK *rt_returnx(RT_TASK *task,
  void *msg, int size)
- rt_isrpcx(task)
- Recepção com rt_receivex*()

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Mensagens POSIX

- Mensagens assíncronas indiretas
- Filas de mensagens
- Cada fila pode ter vários escritores e leitores
- Mensagens podem ter prioridades associadas
- Cada fila de mensagens possui atributos
- Tamanho máximo da fila
- Tamanho máximo das mensagens
- Flags
  - `MQ_BLOCK`
  - `MQ_NONBLOCK`
- Número de mensagens na fila

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

Criação e Destruição de Filas

- `mqd_t mq_open(char *mq_name, int oflags, mode_t permissions, struct mq_attr *mq_attr)`
  - Permissions
    - `FOR_READ`
    - `FOR_WRITE`
- `int mq_close(mqd_t mq)`
  - A fila continua existindo
- `int mq_unlink(char *mq_name)`

Envio e Recepção

- `size_t mq_receive(mqd_t mq, char *msg_buffer, size_t buflen, unsigned int *msgprio)`
- `int mq_send(mqd_t mq, const char *msg, size_t msglen, unsigned int msgprio)`
- `int mq_notify(mqd_t mq, const struct sigevent *notification`
  - `notification=NULL` cancela notificação existente

struct sigevent

```
typedef struct sigevent
{
    sigval_t sigev_value;
    int sigev_signo;
    int sigev_notify;
    union
    {
        int _pad[SIGEV_PAD_SIZE];
        struct
        {
            void (*_function)(sigval_t)
            void *_attribute;
        } _sigev_thread;
    } _sigev_un;
} sigevent_t;
```

UFRGS
UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Atributos

- ```
  int mq_getattr(mqd_t mq,
                 struct mq_attr *attrbuf)
  ```
- ```
  int mq_setattr(mqd_t mq,
    const struct mq_attr *new_attrs,
    struct mq_attr *old_attrs)
  ```
- ```
  struct mq_attr
  {
      long mq_maxmsg;
      long mq_msgsize;
      long mq_flags; /* ignorado */
      long mq_curmsgs;
  };
  ```
  ```