Carrera de Especialización en Sistemas Embebidos

Sistemas Operativos en Tiempo Real

Clase 5: Colas

ACSE
Asociación Civil para la Investigación, Promoción y Desarrollo de los Sistemas Electrónicos Embebidos
FACULTAD DE INGENIERIA
Universidad de Buenos Aires
CIM
CADIEEL

Comunicación es datos entre contextos

- En un modelo de funcionamiento productor/consumidor de datos:

  ¿Como se puede enviar esos datos datos desde una tarea hacia otra ?

- Cuando los datos se producen más rápido que lo que se los consume (momentáneamente), se necesita un almacenamiento temporario de los mismos.

- Se podría utilizar semáforos, con algún algoritmo que utilice memoria global, pero eso significa más complejidad a la aplicación y carga al programador.

Colas

- FreeRTOS permite instanciar colas de distintas cantidades de elementos y de distinto tamaño de elementos.

- Incluye mecanismo de sincronización:
  - Cuando una tarea intenta obtener un dato de una cola, pero la cola está vacía se bloqueará durante un tiempo o para siempre.
  - Cuando un contexto intenta agregar un dato de una cola, pero la cola está llena se bloqueará durante un tiempo o para siempre.

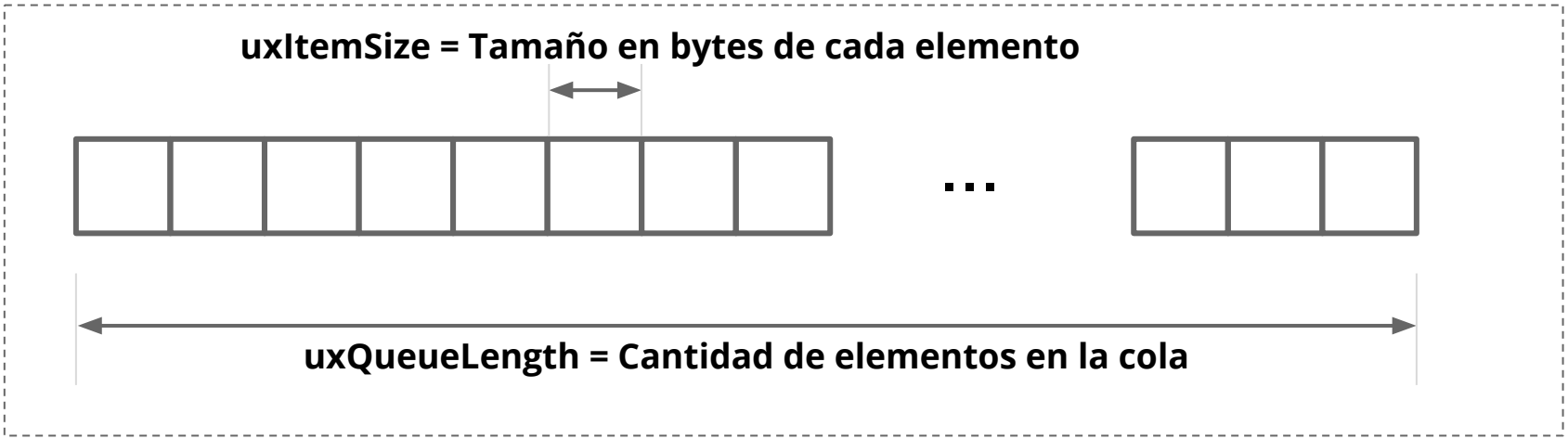
- Agregar o Quitar un elemento de la cola, son operaciones POR COPIA.

- La cola funciona según un algoritmo de cola circular, FIFO.

API: **Creación de Cola**

- Creación de colas:

```
QueueHandle_t mi_cola = xQueueCreate( UBaseType_t uxQueueLength,
                                      UBaseType_t uxItemSize );
```



API: **Creación de Cola (Ejemplos)**

```
QueueHandle_t cola_1 = xQueueCreate( 4 , sizeof(uint8_t) );
```

Creará el objeto **cola_1** que permita almacenar de manera circular hasta 4 datos de tipo entero no signado de 8 bits.

```
QueueHandle_t cola_2 = xQueueCreate( 10, sizeof(tEstructura) );
```

Creará el objeto **cola_2** que permita almacenar de manera circular hasta 10 elementos con la estructura **tEstructura**

Si **tEstructura** se define como sigue cada elemento ocupará 15 bytes.

```
typedef struct
{
   uint8_t  campo1;
   uint32_t campo2;
   char     campo3[10];
} tEstructura;
```

API: **Uso de Cola: Agregar Elemento**

```
BaseType_t xQueueSend( QueueHandle_t xQueue,
                       const void*   pvItemToQueue,
                       TickType_t    xTicksToWait   );
```

xQueue = Nombre del objeto con el valor devuelto por **xQueueCreate**

pvItemToQueue = Dirección de memoria del elemento a agregar.

xTicksToWait = Tiempo en ticks que como máximo deberá bloquearse la tarea en caso de que la cola esté llena.

La funcion retorna:

pdTRUE: Si el elemento se envió correctamente

pdFALSE: Si el elemento no se envió, y el llamado dio timeout.

- Regla de funcionamiento: Cuando un contexto intenta agregar un dato de una cola, pero la cola está llena se bloqueará durante un tiempo o para siempre.

API: **Uso de Cola: Quitar Elemento**

```
BaseType_t xQueueReceive( QueueHandle_t xQueue,
                          void*         pvBuffer,
                          TickType_t    xTicksToWait );
```

xQueue = Nombre del objeto con el valor devuelto por xQueueCreate

pvItemToQueue = Dirección de memoria del lugar en donde se almacenará el elemento removido.

xTicksToWait = Tiempo en ticks que como máximo deberá bloquearse la tarea en caso de que la cola esté vacía.

La funcion retorna:
- pdTRUE: Si el elemento se recibió correctamente
- pdFALSE: Si el elemento no se recibió , y el llamado dio timeout.

- Regla de funcionamiento: Cuando una tarea intenta obtener un dato de una cola, pero la cola está vacía se bloqueará durante un tiempo o para siempre.

API: **Uso de Cola: Otras funciones**

- xQueuePeek: Consulta un elemento de la cola sin removerlo. Opera igual que xQueueReceive.
- uxQueueMessagesWaiting: Devuelve la cantidad de mensajes esperando ser removidos de la cola.
- uxQueueSpacesAvailable: Devuelve la cantidad de espacios para mensajes, disponibles en la cola.
- vQueueDelete: Destruye la cola, liberando toda memoria dinámica que haya necesitado cuando se llamó a xQueueCreate
- xQueueReset: Restablece la cola vaciandola, volviendo a su estado inicial (cuando se llamo a xQueueCreate)

Uso de elementos por referencia

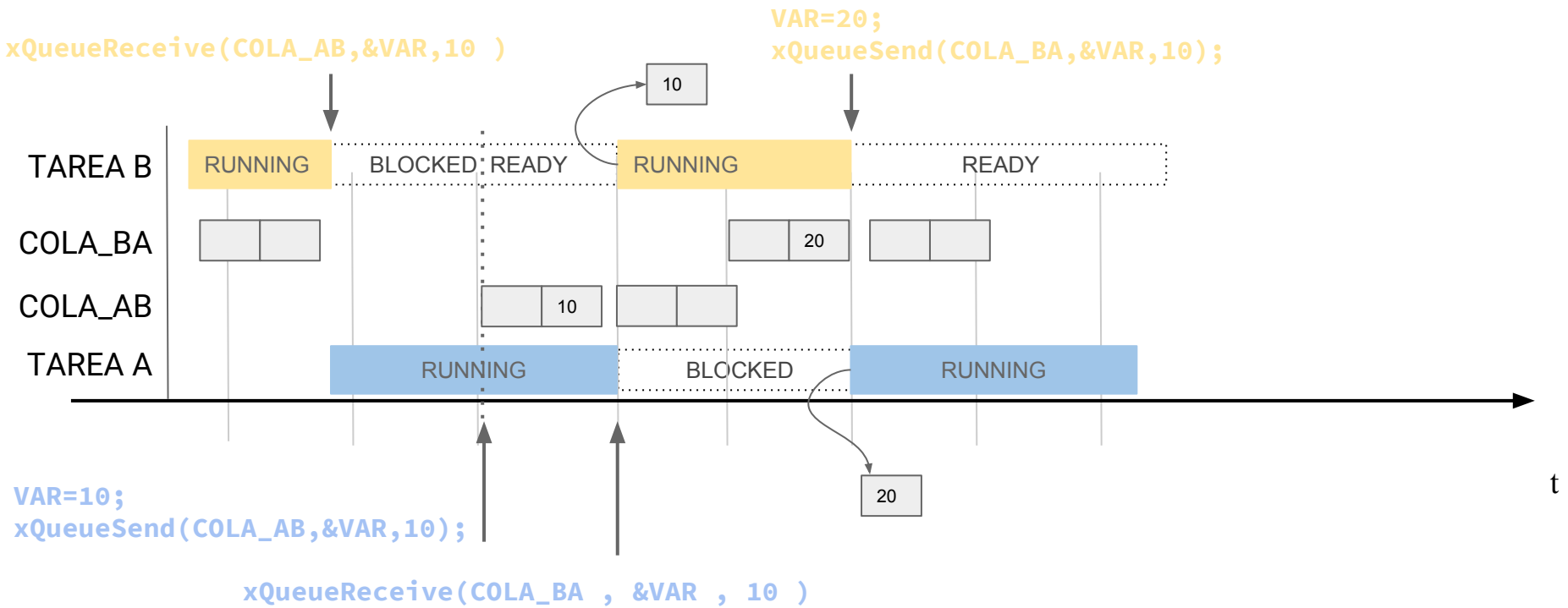
- Si se desea crear un cola con elementos MUY grandes, pasarlos por copia sería un desperdicio de tiempo. Podría utilizarse una cola cuyos elementos sean punteros simplemente apilar referencias a elementos globales (o locales a la tarea)

- Hay que tener cuidado de que los elementos mantengan su validez hasta que sean consumidos.

- Hay que gestionar los elementos en memoria de manera "manual" lo que conlleva un trabajo extra al programador.

Ejemplo

- Dos tareas desean comunicar datos de manera bidireccional.

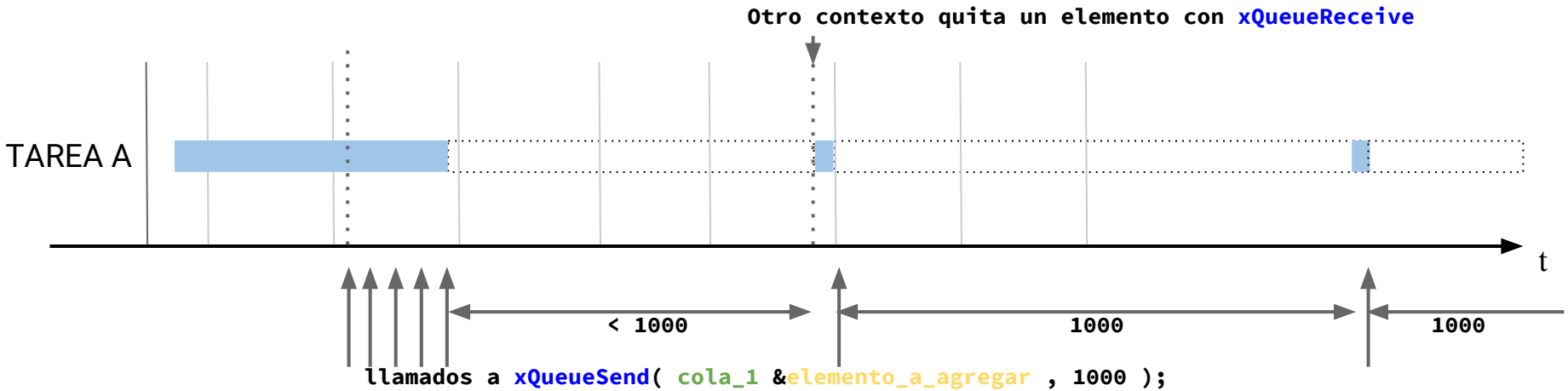


Ejemplo

```
QueueHandle_t cola_1 = xQueueCreate( 4 , sizeof(uint8_t) );   //LOS ELEMENTOS DE COMUNICACIÓN ENTRE TAREAS DEBEN SER GLOBALES

void TareaA( void* params )
{
        BaseType_t rv;
        uint8_t elemento_a_agregar = 20 ;

        while(1)
        {
                /* RESTO DE CÓDIGO */
                rv = xQueueSend( cola_1 , &elemento_a_agregar , 1000 );
                Elemento_a_agregar++;
                /* RESTO DE CÓDIGO */
        }
}
```



Ejemplo

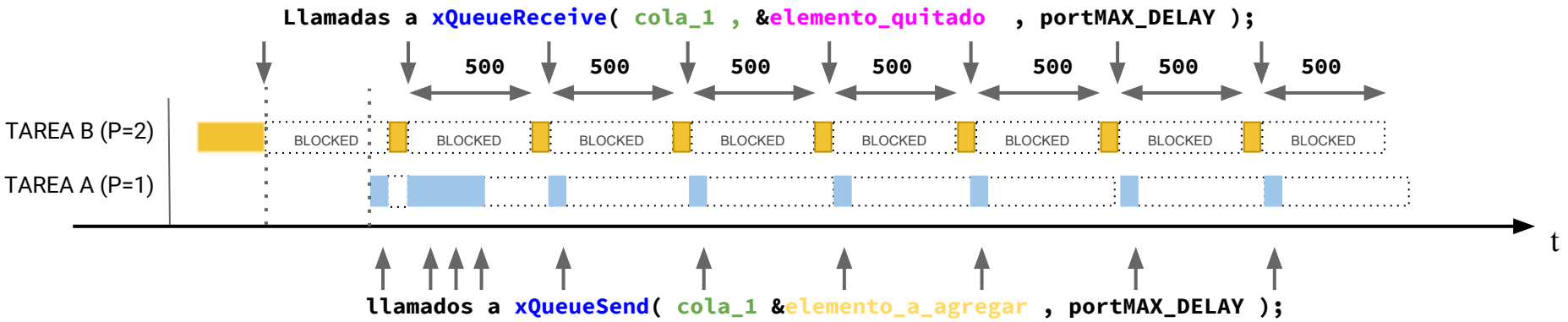
```
QueueHandle_t cola_1 = xQueueCreate( 4 , sizeof(uint8_t) );   //LOS ELEMENTOS DE COMUNICACIÓN ENTRE TAREAS DEBEN SER GLOBALES

void TareaA( void* params )
{
	BaseType_t rv;
	uint8_t elemento_a_agregar = 20 ;
	while(1)
	{
		/* RESTO DE CÓDIGO */
		rv = xQueueSend( cola_1 , &elemento_a_agregar , portMAX_DELAY );
		Elemento_a_agregar++;
		/* RESTO DE CÓDIGO */
	}
}

void TareaB( void* params )
{
	BaseType_t rv;
	uint8_t elemento_quitado;

	while(1)
	{
		rv = xQueueReceive( cola_1 , &elemento_quitado  , portMAX_DELAY );
		vTaskDelay( 500 / portTICK_RATE_MS );
	}
}
```

Ejemplo


Llamadas a xQueueReceive(cola_1 , &elemento_quitado , portMAX_DELAY);
500
500
500
500
500
500
500
TAREA B (P=2)
TAREA A (P=1)
BLOCKED
BLOCKED
BLOCKED
BLOCKED
BLOCKED
BLOCKED
BLOCKED
BLOCKED
t
llamados a xQueueSend(cola_1 &elemento_a_agregar , portMAX_DELAY);

Similitudes de Colas y Semáforos

- FreeRTOS implementa semáforos utilizando la API de colas.
- Un semáforo binario, es una cola de 1 elemento.
- Un semáforo contador, es una cola de N elemento.
- Es por eso que la API de semáforos está implementada con macros.
  - Llama a la API de colas.

Bibliografia

- https://www.freertos.org
- Introducción a los Sistemas operativos de Tiempo Real, Alejandro Celery - 2014
- FreeRTOS - Colas , Cusos INET, Franco Bucafusco, 2017