

PROGRAMACIÓN DE SISTEMAS DE TIEMPO REAL PRACTICA 1.

Programación de dispositivos y planificador cíclico simple



ÁLVARO MORATA HONTANAYA (100405846)

CARLOS MONTERO GÓMEZ DE LAS HERAS (100405884)

ÁNGEL DANIEL PINHEIRO CABRERA (100428986)

Tabla de contenidos

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| Tabla de contenidos | 2 |
| Apartado A | 3 |
| MÓDULO DE HARDWARE | 3 |
| Algoritmo de cálculo de velocidad | 3 |
| Led de velocidad | 3 |
| MÓDULO DE SOFTWARE | 4 |
| Apartado B | 5 |
| MÓDULO DE HARDWARE | 5 |
| MÓDULO DE SOFTWARE | 5 |
| Apartado C | 7 |
| MÓDULO DE HARDWARE | 7 |
| MÓDULO DE SOFTWARE | 8 |
| Modo normal | 8 |
| Modo de frenado | 9 |
| Modo de parada | 10 |
| Apartado D | 11 |
| MÓDULO DE HARDWARE | 11 |
| MÓDULO DE SOFTWARE | 11 |
| Modo de emergencia | 11 |

Apartado A

MÓDULO DE HARDWARE

El sistema Arduino opera en un ciclo de 200ms. Cada 200ms efectúa una lectura de la entrada serial, ejecuta el comando recibido (en caso de haber recibido alguno) y hace los cálculos necesarios para saber qué velocidad va a tener en los próximos 200ms.

La velocidad depende de la pendiente y del acelerador/freno. La aceleración que el motor y la pendiente proporcionan en conjunto determinará la velocidad en el siguiente ciclo.

Algoritmo de cálculo de velocidad

Comenzamos con una aceleración dependiendo de la pendiente leída.

Llano = 0 m/s, hacia arriba = -0.5 m/s, hacia abajo = 0.5 m/s.

A esa aceleración le sumamos acelerador o freno, si están activos.

Si hay acelerador, aceleración + 0.25 m/s

Si hay freno, aceleración - 0.25 m/s

Tras saber la aceleración total, se le suma a la velocidad la cantidad equivalente de aceleración en 200ms.

SI EL FRENO ESTÁ ACTIVO Y EL VALOR ABSOLUTO DE LA VELOCIDAD ES MENOR O IGUAL QUE LA VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD PARA ESE CICLO (aceleración * 200/1000) LA VELOCIDAD PASA A SER 0 (el freno acaba frenando por completo la carretilla)

Led de velocidad

Usando el PWM de arduino, se le proporciona al led el brillo correspondiente sabiendo que 40 m/s equivale a un 0% de duty cycle y 70 m/s equivale al 100%.

(velocidad - 40 * 255 / 30 en el PWM)

| | |
|-----------------------------|--------------|
| Lectura de orden | 200ms |
| Acelerador | 200ms |
| Freno | 200ms |
| Mezclador | 200ms |
| Lectura de pendiente | 200ms |
| Calculo de velocidad | 200ms |
| Devolver velocidad | 200ms |

MÓDULO DE SOFTWARE

En el controlador para el apartado A se han definido funciones para cada una de las tareas requeridas en dicho apartado. Estas incluyen las funciones:

- Lectura de la velocidad (*task_speed*)
- Lectura de la pendiente (*task_slope*)
- Apagado/Encendido del acelerador (*task_gas*)
- Apagado/Encendido del freno (*task_brake*)
- Apagado/Encendido del mezclador de cemento (*task_mix*)

Además, se ha definido el planificador cíclico para este apartado. Para la creación de este planificador y siguientes, se han tenido en cuenta los tiempos de ejecución de las tareas y los tiempos propuestos en las transparencias. A estos tiempos se les ha aplicado un estudio que ha resultado en la siguiente planificación.

| Tarea | T/D | C |
|------------------------------|-----------------|------|
| Lectura velocidad | 10s | 0.9s |
| Lectura pendiente | 10s | 0.9s |
| Apagado/encendido acelerador | 10s | 0.9s |
| Apagado/encendido freno | 10s | 0.9s |
| Apagado/encendido mezclador | 10s (antes 15s) | 0.9s |

Como se puede observar, se ha reducido el problema a periodos armónicos, de forma que el CP (y CS) del planificador se ejecuta cada 10 segundos.

Apartado B

MÓDULO DE HARDWARE

Todo al igual que el apartado A, pero añadiendo:
Lectura de luminosidad, mediante un diodo fotosensible.
LED para las luces, que se activará mediante comando.

| | |
|----------------------------|-------|
| Lectura/ejecución de orden | 200ms |
| LED de acelerador | 200ms |
| LED de freno | 200ms |
| LED de mezclador | 200ms |
| Lectura de pendiente | 200ms |
| Calculo de velocidad | 200ms |
| LED de velocidad | 200ms |
| Lectura de luminosidad | 200ms |
| LED de faros | 200ms |

TIEMPO DE CÓMPUTO:

Para el ciclo de 200ms se tiene en cuenta el tiempo de cómputo. Para ello, se registra el tiempo antes y después de completar un ciclo. Al acabar, el delay para el siguiente ciclo será 200ms - (fin_computo_ms - inicio_computo_ms)

MÓDULO DE SOFTWARE

Partiendo del código y planificador del apartado A, se han implementado las siguientes ampliaciones:

- Lectura de la luminosidad (*task_light*)
- Encendido/apagado de las luces (*task_lamp*)

Para el planificador, al haber dos nuevas tareas cuya ejecución tiene que realizarse cada 6s, se ha planteado un planificador con un CP = 10s y un CS = 5s. Esto resulta en una en una planificación cíclica como la siguiente:

| Tarea | T/D | C |
|-------------------------|---------------|------|
| Lectura luminosidad | 5s (antes 6s) | 0.9s |
| Apagado/encendido luces | 5s (antes 6s) | 0.9s |
| Lectura velocidad | 10s | 0.9s |

| Tarea | T/D | C |
|---------------------------------|-----------------|----------|
| Lectura pendiente | 10s | 0.9s |
| Apagado/encendido acelerador | 10s | 0.9s |
| Apagado/encendido freno | 10s | 0.9s |
| Apagado/encendido mezclador | 10s (antes 15s) | 0.9s |

Esto resulta en un planificador en el que en dos ciclos de 5 segundos se realizan las tareas de lectura de la luminosidad y encendido/apagado de las luces dos veces y el resto una vez.

Apartado C

MÓDULO DE HARDWARE

Todo al igual que el apartado B, pero añadiendo:

Selector de distancia

Display de distancia

Botón de confirmación

(DISTANCIA DE 10mil a 90mil metros).

3 MODOS:

- Selección de distancia: El display de 7 segmentos representa las decenas de miles de metros seleccionadas, se refresca en cada ciclo con la nueva lectura. Al pulsar el botón, pasa al cálculo de distancia.
- Cálculo de distancia: El display muestra la distancia seleccionada (ya es fijo) y se pasará al siguiente modo cuando la distancia llegue a 0 y la velocidad sea 10m/s o menos. En caso contrario vuelve al modo anterior.
- Modo parada + activar selección de distancia: Carretilla parada, se espera a pulsar el botón para volver a empezar con el primer ciclo.

Ahora además de calcular la velocidad, se calcula la distancia restante.

Para esto, se usarán las ecuaciones de un Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado.

$$v = v_0 + a \cdot t$$

$$x = x_0 + v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$a = \text{cte}$$

La aceleración (constante) es lo que primero se calcula, de igual manera que en el apartado A.

Se usará también una nueva variable “mode” que ayudará a manejar los diferentes modos. Durante los modos 0 y 1 todo funciona normal. En el modo de parada, (2) la velocidad se deja de calcular físicamente y pasa a ser un valor fijo 0.

| | |
|----------------------------|-------|
| Lectura/ejecución de orden | 200ms |
| LED de acelerador | 200ms |
| LED de freno | 200ms |
| LED de mezclador | 200ms |
| Lectura de pendiente | 200ms |

| | |
|---|-------|
| Calculo de velocidad | 200ms |
| LED de velocidad | 200ms |
| Lectura de luminosidad | 200ms |
| LED de faros | 200ms |
| Lectura potenciómetro | 200ms |
| Display 7 segmentos | 200ms |
| Lectura del botón de selección (pulsar) | 200ms |
| Lectura del botón de selección (soltar) | 200ms |

MÓDULO DE SOFTWARE

Ampliando el apartado B, se han implementado las siguientes funciones:

- Encendido/apagado acelerador modo normal (*task_gas_normal*)
- Encendido/apagado acelerador modo frenado (*task_gas_braking*)
- Encendido/apagado freno modo normal (*task_brake_normal*)
- Encendido/apagado freno modo frenado (*task_brake_braking*)
- Encendido/apagado luces modo normal (*task_lamp_normal*)
- Encendido/apagado luces modo frenado (*task_lamp_braking*)
- Encendido/apagado luces modo parada (*task_lamp_stop*)
- Lectura de la distancia (*task_distance*)
- Lectura del sensor de descarga (*task_stop*)

Como se puede observar, se han creado varias funciones distintas para algunas de las tareas, puesto que no en todos los modos funcionan de la misma manera.

Para la planificación, se ha partido del planificador del apartado B, pero teniendo en cuenta los distintos modos de ejecución que tenemos en este apartado. Estos modos de ejecución son:

- Modo normal
- Modo de frenado
- Modo de parada (descarga)

Modo normal

Este modo usa prácticamente el planificador del apartado B, pero incluyendo las tareas de lectura de la distancia.

| Tarea | T/D | C |
|---------------------|---------------|------|
| Lectura luminosidad | 5s (antes 6s) | 0.9s |

| Tarea | T/D | C |
|-------------------------------------|-----------------|----------|
| Apagado/encendido luces normal | 5s (antes 6s) | 0.9s |
| Lectura velocidad | 10s | 0.9s |
| Lectura pendiente | 10s | 0.9s |
| Apagado/encendido acelerador normal | 10s | 0.9s |
| Apagado/encendido freno normal | 10s | 0.9s |
| Apagado/encendido mezclador | 10s (antes 15s) | 0.9s |
| Lectura distancia | 10s | 0.9s |

Como se puede observar, se ha seguido reduciendo periodos y usando armónicos. En este caso, el valor de CP sigue siendo 10 segundos y el de CS, 5 segundos, al igual que será en el resto de modos de ejecución de este apartado.

Modo de frenado

Se pasará a este modo cuando la carretilla se encuentre a una distancia menor de 11 km de la estación de descarga. De este modo cabe destacar que las luces están siempre encendidas y la velocidad se mantendrá en torno a los 2.5 m/s. Además, la frecuencia de ejecución de las tareas para el freno, acelerador y lectura de la velocidad pasan a ser más frecuentes.

El planificador cíclico para este modo es el siguiente:

| Tarea | T/D | C |
|--------------------------------------|-----------------|----------|
| Apagado/encendido luces frenado | 10s (antes 30s) | 0.9s |
| Lectura velocidad | 5s | 0.9s |
| Lectura pendiente | 10s | 0.9s |
| Apagado/encendido acelerador frenado | 5s | 0.9s |
| Apagado/encendido freno frenado | 5s | 0.9s |
| Apagado/encendido mezclador | 10s (antes 15s) | 0.9s |

| Tarea | T/D | C |
|-------------------|------------|----------|
| Lectura distancia | 10s | 0.9s |

Modo de parada

Este modo se ejecutará cuando la carretilla llegue al punto de descarga. Cabe destacar que la carretilla deberá estar completamente frenada, con las luces encendidas y a la espera de que se termine la descarga para volver al modo normal de ejecución.

Puesto que la mayoría de tareas no son relevantes para este modo de ejecución, solo se tiene en cuenta las siguientes tareas para la planificación:

| Tarea | T/D | C |
|------------------------------|------------|----------|
| Lectura sensor parada | 5s | 0.9s |
| Encender/apagar mezclador | 10s | 0.9s |
| Encender/apagar luces parada | 10s | 0.9s |

Apartado D

MÓDULO DE HARDWARE

Al igual que los demás apartados, pero incluyendo el modo 3, un modo de emergencia. Al recibir el comando correspondiente, el arduino entra en modo 3, se encienden los faros y se activa el freno, y se quedan fijos indefinidamente. No se sale de este modo.

La planificación de ciclos no cambia para este apartado.

MÓDULO DE SOFTWARE

Ampliando el apartado C, se han implementado las siguientes funciones:

- Encendido/apagado acelerador modo emergencia (*task_gas_emergency*)
- Encendido/apagado freno modo emergencia (*task_brake_emergency*)
- Encendido/apagado luces modo emergencia (*task_lamp_emergency*)
- Activar el modo emergencia (*task_emergency*)

Además de estas funciones, se agrega el modo de emergencia.

Modo de emergencia

Este nuevo modo de ejecución tiene las peculiaridades siguientes:

- Se entrará en él cuando haya algún error en alguna tarea o en la planificación, y no se podrá salir de él.
- Las luces estarán siempre encendidas.
- Se activará el freno hasta que la carretilla se quede totalmente parada.
- El mezclador seguirá funcionando como lo hacía normalmente.

La planificación de esta última parte se extiende del apartado C, incluyendo únicamente un planificador nuevo para el modo de emergencia.

Como se puede observar en la siguiente tabla, el planificador del modo de emergencia también se ha hecho como los anteriores, con un CP = 10s y un CS = 5s, usando reducción de periodos y periodos armónicos.

| Tarea | T/D | C |
|----------------------------------|-----------------|------|
| Encender/apagar luces emergencia | 5s (antes 6s) | 0.9s |
| Lectura velocidad | 10s | 0.9s |
| Lectura pendiente | 10s | 0.9s |
| Activar modo emergencia | 10s | 0.9s |
| Encender/apagar mezclador | 10s (antes 15s) | 0.9s |

| Tarea | T/D | C |
|---------------------------------------|------------|----------|
| Apagar/encender freno emergencia | 10s | 0.9s |
| Apagar/encender acelerador emergencia | 10s | 0.9s |