

## 3 – Redundancia Triple Modular (TMR)

### 3a – Crear un TMR con votación mayoritaria estricta

Creamos un esquemático nuevo en blanco. **File -> New (Ctrl + N)**

- 1) Incorporar los siguientes dispositivos y elementos:
  - MCU: **Components -> Boards -> MCU Board**
  - 3 Sensores de temperatura: **Components -> Sensors -> Temperature Sensor**
  - Nombrarlos como Temp0, Temp1 y Temp2.
  
- 2) Interconectarlos utilizando **Connections -> IoT Custom Cable** de la siguiente manera:
  - Temp0 Pin D0 -> MCU Pin D0
  - Temp1 Pin D0 -> MCU Pin D1
  - Temp2 Pin D0 -> MCU Pin D2
  
- 3) Crear Clústeres:
  - Seleccionar Temp0 y pulsar el botón de **Create New Cluster** (o pulsar, Shift + U)
  - Hacer lo mismo con Temp1 y con Temp2.
  
- 4) Crear entornos físicos:
  - Pulsar en la pestaña Physical:
    - Editar la ciudad y poner de nombre **City0**.
    - Crear una nueva ciudad (botón **Create New City** o pulsar Shift + C). Editar el nombre de la ciudad y ponerle **City1**.
    - Repetir y crear **City2**.
  - Pulsar el botón **Cluster Associations Dialog** (o Ctrl + Shift + L)
    - Seleccionar el Cluster0 en el panel izquierdo (panel de Logical Clusters) y la City0 en el panel derecho (panel de Physical Locations). Pulsar el botón **Logical to Physical ->**
    - Seleccionar el Cluster1 en el panel izquierdo (panel de Logical Clusters) y la City1 en el panel derecho (panel de Physical Locations). Pulsar el botón **Logical to Physical ->**
    - Seleccionar el Cluster2 en el panel izquierdo (panel de Logical Clusters) y la City2 en el panel derecho (panel de Physical Locations). Pulsar el botón **Logical to Physical ->**
  
- 5) Variar las condiciones ambientales en cada ciudad creada:
  - Entrar en City0. Pulsar **Environment** (o pulsar Shift + E)
  - Pulsar junto a Location: City0 el botón Edit.
  - Seleccionar la línea de Ambient Temperature. Hacemos doble click en la línea a las 12:00. Ponemos el valor a 25°C.
  - Seleccionamos la pestaña Advanced. Desplegamos la lista Temperature y ponemos 0 en el cuadro Transference de la entrada Ambient Temperature.

- Pulsamos en el botón View y cerramos la ventana.
- Subimos de nivel pulsando el botón de flecha hacia atrás (o pulsamos Alt + cursores izquierda). Entramos en City1.
- Entramos en Environment y pulsamos Edit, junto a Location.
- Seleccionamos en Value Snap: 0.1
- Seleccionamos la línea Ambient Temperature. Hacemos doble click a las 12:00 y seleccionamos 25.1°C
- Seleccionamos la pestaña Advanced. Desplegamos la lista Temperature y ponemos 0 en el cuadro Transference de la entrada Ambient Temperature.
- Pulsamos en el botón View y cerramos la ventana.
- Subimos de nivel pulsando el botón de flecha hacia atrás (o pulsamos Alt + cursores izquierda). Entramos en City1.
- Entramos en Environment y pulsamos Edit, junto a Location.
- Seleccionamos en Value Snap: 0.1
- Seleccionamos la línea Ambient Temperature. Hacemos doble click a las 12:00 y seleccionamos 24.9°C
- Seleccionamos la pestaña Advanced. Desplegamos la lista Temperature y ponemos 0 en el cuadro Transference de la entrada Ambient Temperature.
- Subimos de nivel pulsando el botón de flecha hacia atrás (o pulsamos Alt + cursores izquierda). Nos quedamos en el nivel Intercity.

6) Cambiar a Logical. Seleccionar el MCU y diseñar el código de programación del MCU:

- Abrir el cuadro de diálogo del MCU -> Programming.
  - Pulsar el botón New.
  - Introducir un nombre de proyecto.
  - Seleccionar Template -> Empty Javascript.
- Doble click sobre "main.js", para incluir el código necesario.
- Rellenar el código de la función loop de tal manera que realicen el siguiente funcionamiento:
  - Proporcionar el resultado de temperatura realizando el procedimiento estricto de votación por mayoría de los tres sensores.
- Realice el programa con el menor número de líneas de código.

### 3b – Crear un TMR con votación mayoritaria con máscara de bits

Diseñar un programa en el MCU que realice la votación mayoritaria utilizando sólo un determinado número de bits más significativos, que estarán parametrizados en el código.

### 3c – Crear un TMR con votación mayoritaria con máscara de bits e identificación de fallo

Diseñar un programa en el MCU que realice la votación mayoritaria utilizando sólo un determinado número de bits más significativos, que estarán parametrizados en el código y que mediante LEDs identifique qué sensor no coincide con el voto mayoritario.