

DISEÑO DE CONTROL TÉRMICO PARA SENSOR ÓPTICO REFRIGERADO CON UN MÓDULO PELTIER

Alberto, Nicolás A.⁽¹⁾ - Salibe, Martín ⁽²⁾- García, Leandro M.⁽²⁾ - Patricio E. Fluxa^(1,3)

⁽¹⁾ Maestría en Instrumentos Satelitales, UFS - CONAE, Centro Espacial Teófilo Tabanera
Ruta C45 Km 8, Falda del Carmen (5187), Córdoba, Argentina
nico.asf@gmail.com

⁽²⁾ Instituto Argentino de Radioastronomía (IAR)

⁽³⁾ VENG S.A.

RESUMEN

Este trabajo presenta y analiza una propuesta para el diseño del control térmico de los sensores de un instrumento óptico infrarrojo satelital para la determinación de la temperatura superficial del mar (SST). Dicho instrumento consta de múltiples sensores basados en microbolómetros de óxido de vanadio (VOx) denominados IRL512. Para su correcto funcionamiento, estos sensores deben ser estabilizados térmicamente con un error menor a 10mK. Para ello, cada IRL512 cuenta con un módulo Peltier para direccionar el flujo de calor en la zona sensible, y un termistor para medir la temperatura y realimentar el circuito de control que maneja el flujo de calor del Peltier. Como parte del diseño se desarrolla un simulador para elaborar los requerimientos del hardware a diseñar. Una vez diseñado el hardware se lo modela y se actualiza el simulador. Por último se analiza si el control térmico propuesto cumple con los requerimientos planteados

1.- INTRODUCCIÓN

Este trabajo se plantea para un instrumento óptico infrarrojo satelital para la determinación de la temperatura superficial del mar (SST). Este instrumento está formado por 6 sensores basados en microbolómetros de óxido de vanadio (VOx) denominados IRL512. Los IRL512 han demostrado poseer robustez para su uso en el ambiente espacial durante su utilización en el instrumento NIRST de la misión SAC-D. Para su correcto funcionamiento, estos sensores deben

ser estabilizados térmicamente con un error menor a 10mK. Para ello, cada IRL512 cuenta con un módulo Peltier para direccionar el flujo de calor en la zona sensible, y un termistor para medir la temperatura y realimentar el circuito de control que maneja el flujo de calor del Peltier. Los circuitos de estabilización térmica utilizados en el instrumento NIRST exceden el consumo eléctrico disponible, por lo que es necesario utilizar un nuevo sistema.

2.- METODOLOGÍA

Teniendo en cuenta los requerimientos del sistema se plantea la arquitectura del sistema propuesto. Para determinar los requerimientos específicos de cada circuito se desarrolla un simulador. En éste se pueden variar los parámetros de diseño de los diferentes circuitos y ver el impacto que tienen sobre el sistema. Para el desarrollo del simulador es necesario modelar la dinámica del circuito térmico y el termistor. Una vez definidos los requerimientos de cada circuito se procede al diseño de éstos. Posteriormente se los modela y se actualiza el simulador para realizar una evaluación de desempeño.

3.- REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA

A continuación se describen los requerimientos del sistema de estabilización térmico de los sensores del instrumento TIR.

- R1** El control térmico deberá estabilizar la temperatura de los 6 sensores que componen al instrumento TIR.
- R2** El control térmico deberá estabilizar la temperatura de los sensores con un error de 10[mK] o menor.
- R3** El control térmico deberá poder de estabilizar la temperatura de 10[°C] a 16[°C] en intervalos de 1[°C].
- R4** El control térmico deberá lograr el establecimiento de los 6 sensores en un tiempo de 4[min].
- R5** El control térmico debe estar formado por partes EEE de calidad espacial.
- R6** El control térmico deberá entregar el valor de temperatura más actualizado de los sensores en forma digital.

4.- ARQUITECTURA PROPUESTA

Para cumplir con los requerimientos se plantea un sistema basado en una FPGA y En la

figura XX se observa la arquitectura del sistema propuesto.



Fig. 1: Arquitectura del sistema propuesto

5.- MODELADO TÉRMO-ELÉCTRICO

Tomando como referencia [?] y [?].

- PLanteo de interpretación del circuito térmico completo.
- Análisis y modelado del Pletier citando referencia del paper Bazzo.
- Análisis y modelado del circuito térmico del sensor (cita paper INO)
- Análisis y modelado del circuito térmico del sumidero (cita paper INO)
- Analisis y modelado del termistor



Fig. 2: Esquema del modelado térmico.

Fig. 4: Identificación de parámetros del sensor

Tomando como referencia [?]

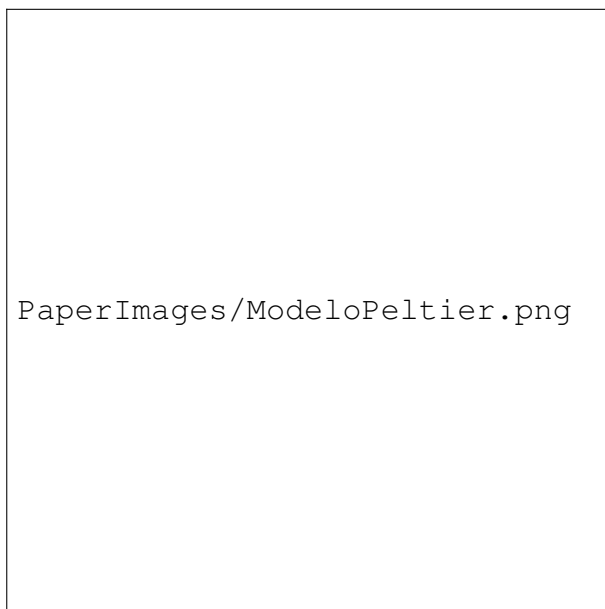


Fig. 3: Modelado del Peltier



Fig. 5: Identificación de parámetros del sensor



Fig. 6: Identificación de parámetros del sumidero



Fig. 7: Modelo equivalente

Se determinaron condiciones de contorno habituales para un instrumento que tiene un control térmico externo del tipo ON/OFF con histéresis con heaters. Las condiciones: $T_{\text{sink}}=13^{\circ}\text{C}$ min, $T_{\text{sink}}=18^{\circ}\text{C}$ max, $\Delta T_{\text{sinkmax}}=10\text{mg} \times \text{seg}$.

6.- DESARROLLO DEL SIMULADOR

El simulador se desarrolla bajo la herramienta MATLAB/SIMULINK. A partir de del modelado termo-eléctrico se construyen las ecuaciones de transferencia utilizando el principio de superposición de las fuentes. Luego se...

- Sintonización del sistema utilizando la herramienta SISOTOOL. Fué necesario obtener una ecuación de transferencia de dinámica del modelo termoelectrico. Para ello se linealización el modelo utilizando la herramienta de linealización de simulink. Las constantes que resultaron de la sintonización son K_p , K_i , K_d , y N_f .
- Cabe aclarar que para que la sintonización es válida las respuestas en frecuencia de todo el hardware que se incorpore debe ser lo suficientemente rápido como para que se considere desacoplado del sistema sintonizado. Se toma como criterio que debe ser XXX o mayor.



Fig. 8: Lazo con variables físicas

7.- REQUERIMIENTOS DE LOS CIRCUITOS A DISEÑAR

Se intrducen diferentes elementos en el simulador que representan los efectos del hardware. Estos elementos son:

- Quantizador en el driver para determinar la resolución del ADC
- Quantizador en Acondicionamiento para determinar la resolución de la edición de temperatura
- Sample and hold para determinar la frecuencia del actualización del lazo de control.
- Controlador PID de tiempo discreto



Fig. 9: Lazo con variables físicas

Requerimientos para el driver

Rdr1 El driver debe

Rdr2 El driver debe

Rdr3 El driver debe

Requerimientos para circuito de acondicionamiento

Rac1 El acondicionamiento debe

Rac2 El acondicionamiento debe

Requerimientos para circuito de digitalizacion

Rdi1 El circuito de digitalizacion debe

Rdi2 El circuito de digitalizacion debe

Requerimientos para circuito monitor

Rmo1 El circuito monitor debe....

Requerimientos para circuito digital

Rdg1 Los circuitos digitales deben.....

8.- CIRCUITOS PROPUESTOS

Para satisfacer los requerimientos se proponen los siguientes circuitos: Decripcion driver y pwm

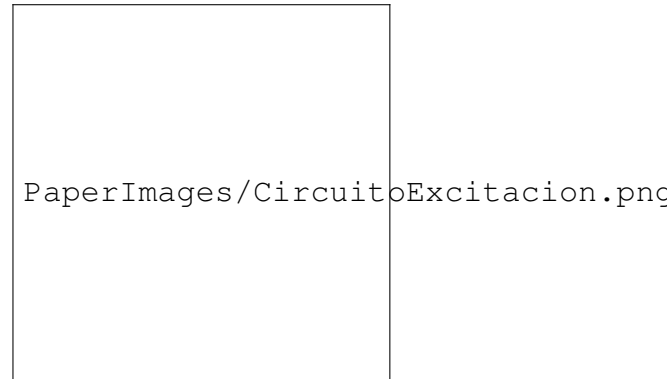


Fig. 10: Circuito de excitacion del termistor



Fig. 11: Circuito ampli y filtro

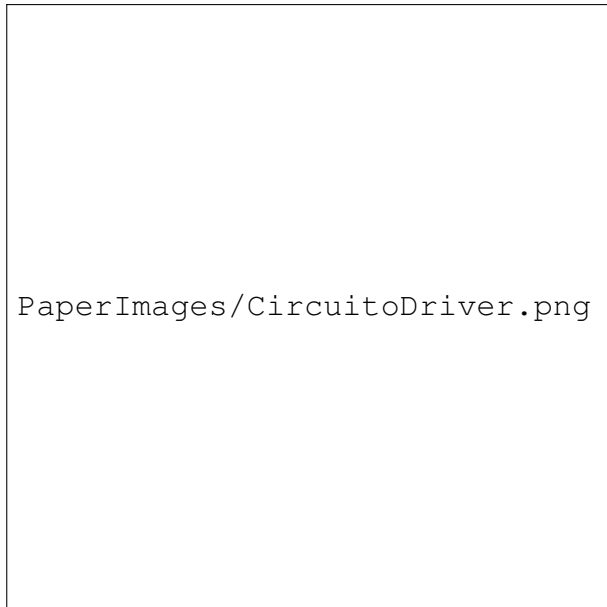


Fig. 12: Circuito driver

Ecuacion de acondicionamiento. Descripción del filtro.

9.- MODELADO DE LOS CIRCUITOS Y ACTUALIZACIÓN DEL SIMULADOR

La respuesta en frecuencia de los circuitos se desprecia por ser mucho mayor que la dinámica del circuito y el termistor.

Ecuación de modelado del driver. Curva de ajuste.

Resolución según la temp

Recalculado de las constantes del PID para Ref con DN del ADC.

10.- EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO

Imágenes de la simulación en los escenarios. Consumo de potencia.

11.- CONCLUSIONES

El diseño propuesto cumple con los requerimientos planteados. Se ha desarrollado una herramienta versátil la cual se puede adaptar a cambios de requerimientos y además se adapta a distintos escenarios de operación.