

Control automático de nitrógeno líquido

Se describe un sencillo control electrónico (completamente estado sólido), que permite mantener, automáticamente, niveles apropiados de nitrógeno líquido dentro de un recipiente, tomándolo -cuando sea necesario- de otro depósito mayor.

GUILLERMO ZARATE MEJIA
 Departamento de Física
 Universidad Nacional de Colombia
 Bogotá.

INTRODUCCION

Las necesidades de refrigeración por medio de nitrógeno líquido - en los laboratorios de investigación, e incluso en algunos procesos industriales- son comunes. Este se deposita en tanques de almacenamiento provisional, trampas, etc., que requieren ser llenados de vez en cuando. El circuito electrónico, que aquí se describe, permite cumplir este propósito, extrayendo nitrógeno líquido de un gran depósito (Dewar), para compensar el consumo y las pérdidas del recipiente a controlar. Es necesario disponer de un pequeño compresor (figura 1) o, en su defecto, un buen depósito de aire comprimido y una válvula electromecánica de paso (figura 2). Dos sensores controlan los niveles deseados (superior e inferior) del nitrógeno líquido, los cuales gobiernan un sistema disparador del temporizador.

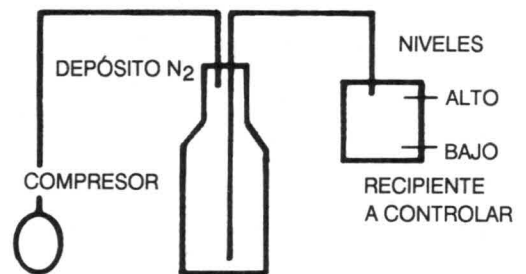


Figura 1. Llenado con compresor

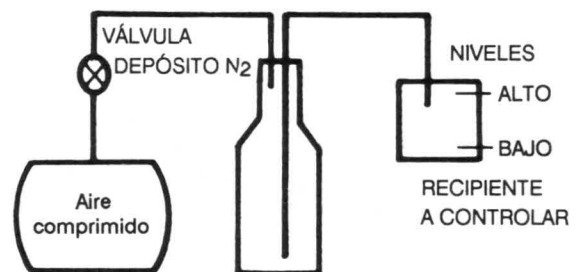
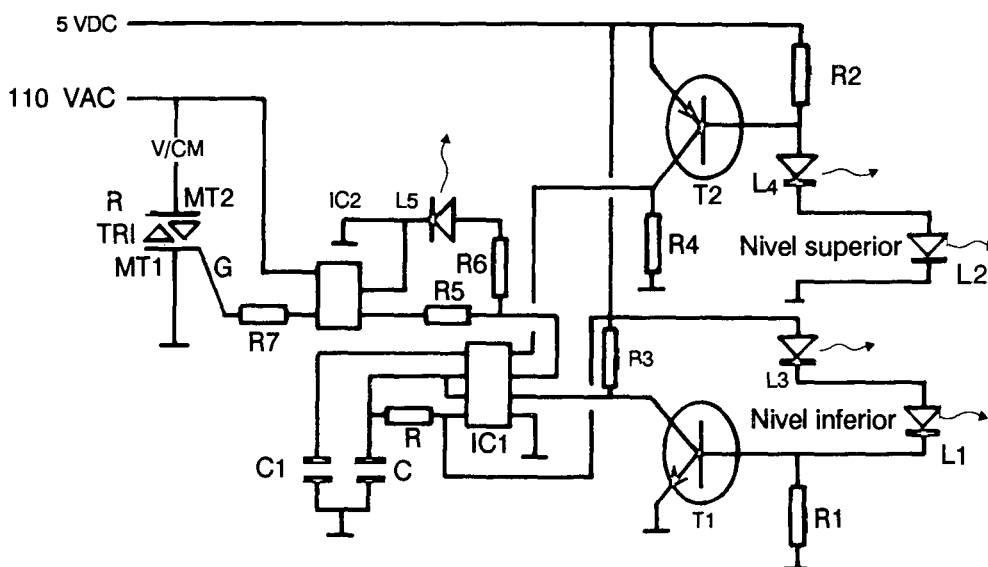


FIGURA 2. Llenado con depósito aire



- | | | |
|--------------------|----------------------|-------------|
| IC1: LM 555 | R1 = R2= R5: 220 Ohm | T1: ECG 159 |
| IC2: MCP 3020 | R3 = R4: 570 Ohm | T2: ECG 123 |
| TRI Triac 8A- 200V | R6: 150 Ohm | L1- L5: LED |
| R y C según texto | R7: 5 KOhm- 5W | CQV 74 L |
| C1: 0,01 μ F | | |

FIGURA 3. Diagrama del circuito.

EL CIRCUITO

El diagrama del circuito (figura 3), muestra fundamentalmente los sensores, los disparadores, el temporizador, el opto-TRIAC y el TRIAC.

Sensores

Los diodos emisores de luz (LEDs) L1 y L3 (p. ej: CQY 74L) se polarizan de forma tal que, a temperatura ambiente, circule por cada uno de ellos una corriente suficiente para producir emisión luminosa (aproximadamente 5 mA). A la temperatura del nitrógeno líquido (unos 80⁰ K), el voltaje de encendido aumenta considerablemente, hasta el punto de apagarlo. Esta transición, y la inversa -que pueden demorar unos segundos, mientras el diodo adquiere la temperatura de sus alrededores- se aprovecha para dar un indicación de si el respectivo diodo está sumergido en nitrógeno líquido o no. El fenómeno se aprecia claramente en la gráfica 1, en donde, con ayuda de un registrador, se presenta, en función del tiempo, el voltaje a través de una resistencia (V_r), en serie con un LED, que es sumergido en nitrógeno líquido en el instante t_1 y retirado de este en el instante t_2 .

Los LEDs L2 y L4 dan información, en el tablero de control, del estado de conducción de L1 y L3, respectivamente.

Disparadores

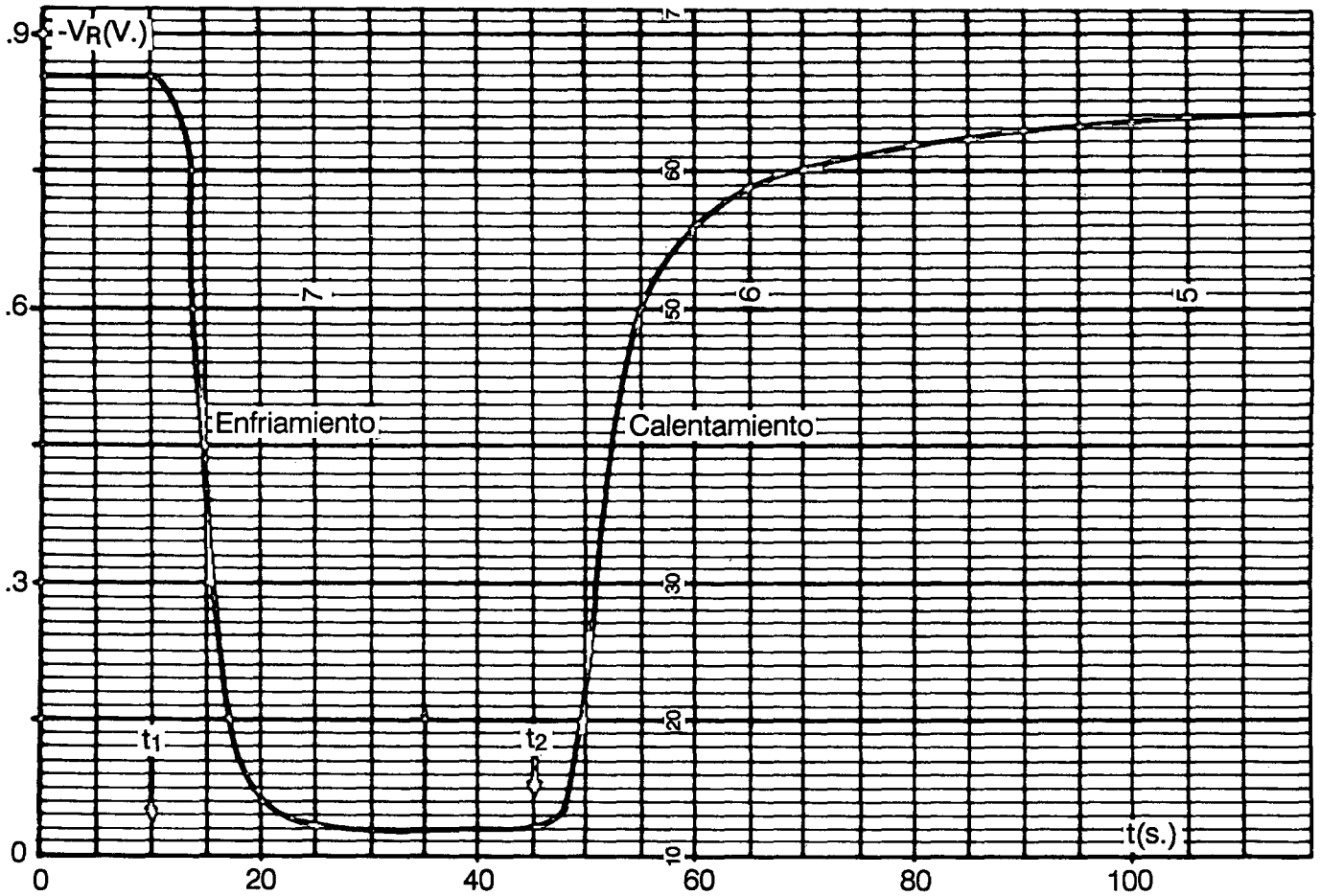
Nivel inferior: cuando L1 está a temperatura ambiente, la caída de potencial en R1 es de aproximadamente 1 V; por tanto, T1 estará en saturación y el voltaje de colector, respecto del común, será muy bajo (del orden de 1 V). Este es suficiente para disparar el temporizador. Al cubrirse de nitrógeno líquido la caída a través de R1 se anula y T1 estará en corte, teniendo un voltaje de colector de unos 5 V.

Nivel superior: a temperatura ambiente, L3 (y L4) producen una caída de potencial de alrededor de 1 V en R2, llevando a T2 a saturación, y por consiguiente su colector tendrá un potencial de unos 4 V. Al cubrirse de nitrógeno líquido, la caída en la resistencia se hará cero y el transistor dejará de conducir. El potencial en su colector bajará a cero. Esta transición producirá una re-iniciación del temporizador, suspendiéndose el voltaje de salida (pata 3).

Temporizador

El temporizador (un integrado LM 555) trabajando en su forma de operación monoestable, suministra un voltaje de salida de 5 V en la pata 3 (OUTPUT) cuando se le dispara, encendiéndose el LED L5. Este disparo se produce al pasar el voltaje en la pata 2 (TRIGGER), de "alto" a "bajo" (5 a 0 V). La salida se mantendrá "alta", mientras no suceda una de las siguientes condiciones:

- a) Una transición de re-iniciación, que consiste en un



Gráfica 1. Comportamiento de un LED

paso de "alto" a "bajo" en la pata 4 (RESET), o

- b) El tiempo transcurrido desde el disparo inicial, se haga igual a $(1,1 \times R \times C)$, donde R y C están dados en Ohmios y Faradios, respectivamente.

Esto aclara la esencia del funcionamiento general del dispositivo: cuando el nivel de nitrógeno líquido desciende del nivel inferior, se preparan condiciones para llenar el recipiente. El trasvase tendrá lugar hasta que se cubra el nivel superior o se cumpla el tiempo fijo por los valores de R y C, lo cual brinda un factor de seguridad en la operación de llenado, evitando derramamientos inútiles.

Opto-TRIAC

El objetivo de este elemento (integrado 3021), es permitir el paso de una pequeña corriente alterna a la com-

puerta del TRIAC de potencia, cuando la salida del temporizador es "alta".

Además, constituye un "aislador" galvánico entre la sección de voltaje directo y la del alterno.

TRIAC

Controla el suministro de potencia -cuando sea necesario- bien a la válvula (V) de paso o bien al compresor (CM), según el arreglo existente.

Sus máximos regímenes de voltaje inverso y corriente, son 200 V y 8 A.

CONCLUSION

La sencillez, economía, confiabilidad y facilidad de operación del circuito descrito lo constituye en una cómoda solución a las necesidades de sistemas que empleen el nitrógeno líquido como agente refrigerante.