

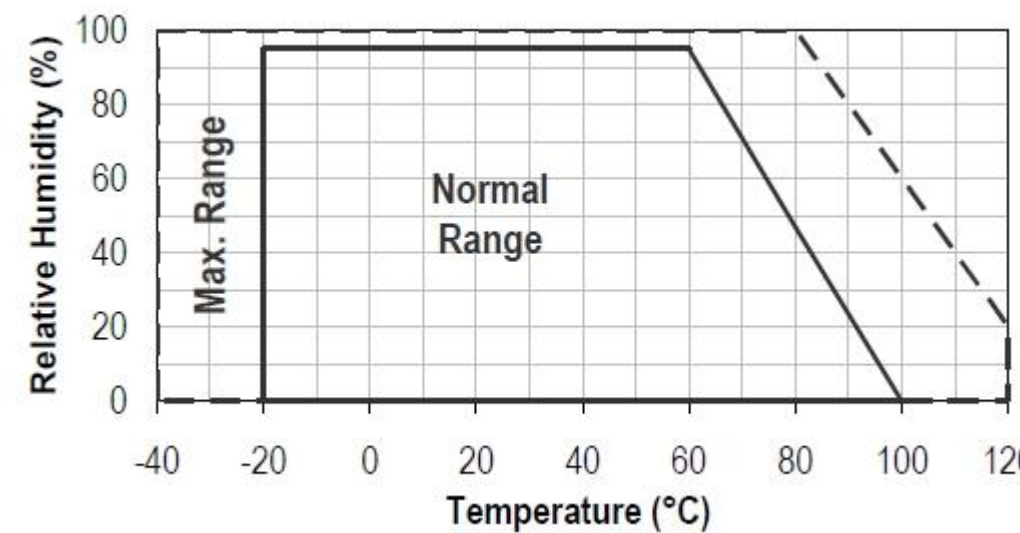
Sensor de Temperatura y Humedad SHT1X: Comunicación

Alumno del posgrado en sistemas embebidos (UBA)

Roberto Federico Farfán

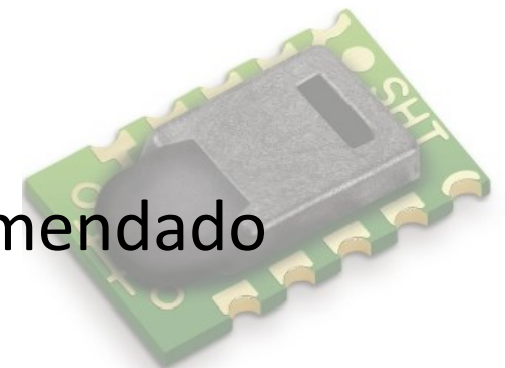
farfan.roberto.f@gmail.com

Introducción.

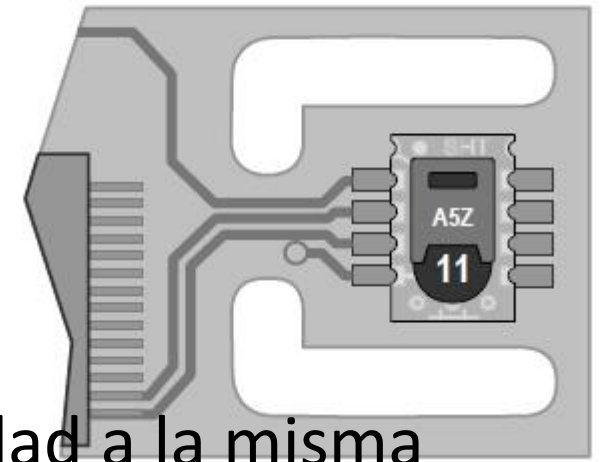


- Los SHT1x (SHT10, SHT11 y SHT15) es un temperatura y humedad relativa de montaje superficial.
- Tiene una salida digital calibrada y utiliza un sensor capacitivo para medir la humedad relativa.
- Los sensores están acoplados a un ADC de 14 bits y un circuito de comunicación serial.
- El sensor funciona de manera estable en el rango recomendado

SENSIRION
THE SENSOR COMPANY



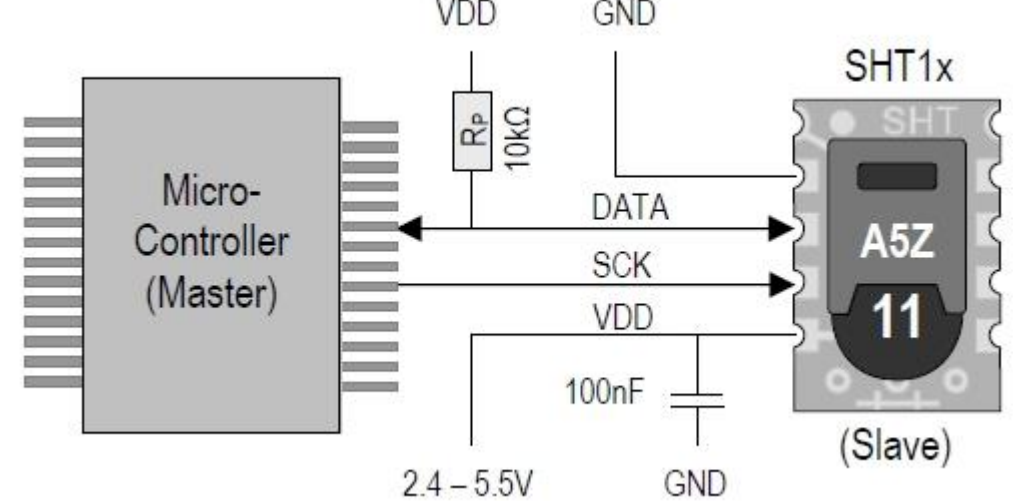
Características



- Es fundamental mantener los sensores de humedad a la misma temperatura que el aire, cuya humedad relativa se va a medir.
- VDD: 2,4V a 5,5 V (Recomendado: 3,3 V).
- Entre VDD y GND debe conectarse un condensador de 100 nF.
- El sensor no maneja el protocolo I2C, pero puede conectarse a ese bus sin interferir con otros dispositivos conectados al bus.
- El controlador debe cambiar entre los protocolos.

Características

- El pin DATA tri-state se usa para transferir datos dentro y fuera del sensor. Para enviar un comando al sensor, los DATOS son válidos en el flanco ascendente del reloj (SCK) y deben permanecer estables mientras SCK esté alto.
- Después del flanco descendente de SCK, el valor DATA puede cambiarse.
- Se requiere una resistencia pull-up externa (p. ej., $10\text{k}\Omega$).



Comunicación



- Se modifico el BLINCK.C, para diseñar el protocolo de comunicación.

- Para iniciar una transmisión, se debe emitir una secuencia de inicio de transmisión.

Command	Code
Reserved	0000x
Measure Temperature	00011
Measure Relative Humidity	00101
Read Status Register	00111
Write Status Register	00110
Reserved	0101x-1110x

- El siguiente comando consta de tres bits (solo se admite '000') y cinco bits de comando, para tomar temperatura o humedad.
- Control: La recepción adecuada de un comando provoca un cero en el pin de DATOS, después del flanco descendente del 8º reloj SCK.

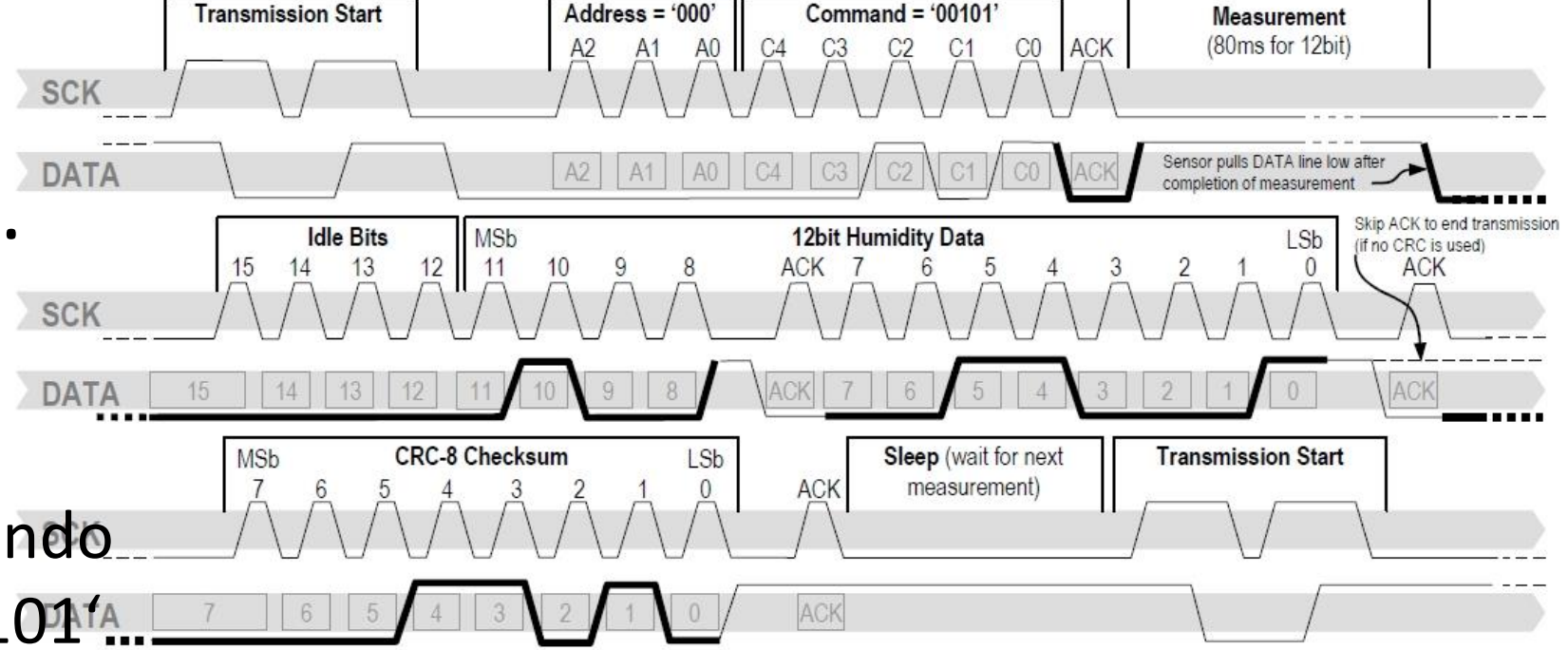
Comunicación

- Se configura el puerto para escritura y se envían los comandos.



```
153
154
155
156 void sht10_init(void)
157 {
158
159     configure_CLOCK();
160     configure_DATOS_OUT();
161
162     gpio_set_level(DATOS, HIGH);
163     gpio_set_level(CLOCK, LOW);
164     vTaskDelay(1 / portTICK_PERIOD_MS);
165     gpio_set_level(CLOCK, HIGH);
166     vTaskDelay(1 / portTICK_PERIOD_MS);
167     gpio_set_level(DATOS, LOW);
168     vTaskDelay(1 / portTICK_PERIOD_MS);
169     gpio_set_level(CLOCK, LOW);
170     vTaskDelay(1 / portTICK_PERIOD_MS);
171     gpio_set_level(CLOCK, HIGH);
172     vTaskDelay(1 / portTICK_PERIOD_MS);
173     gpio_set_level(DATOS, HIGH);
174     vTaskDelay(1 / portTICK_PERIOD_MS);
175     gpio_set_level(CLOCK, LOW);
176     vTaskDelay(1 / portTICK_PERIOD_MS);
177     gpio_set_level(DATOS, LOW);
178     vTaskDelay(1 / portTICK_PERIOD_MS);
179 }
180
181 void sht10_hard_reset(void)
182 {
183     uint8_t i;
184
185     gpio_set_level(CLOCK, LOW);
```

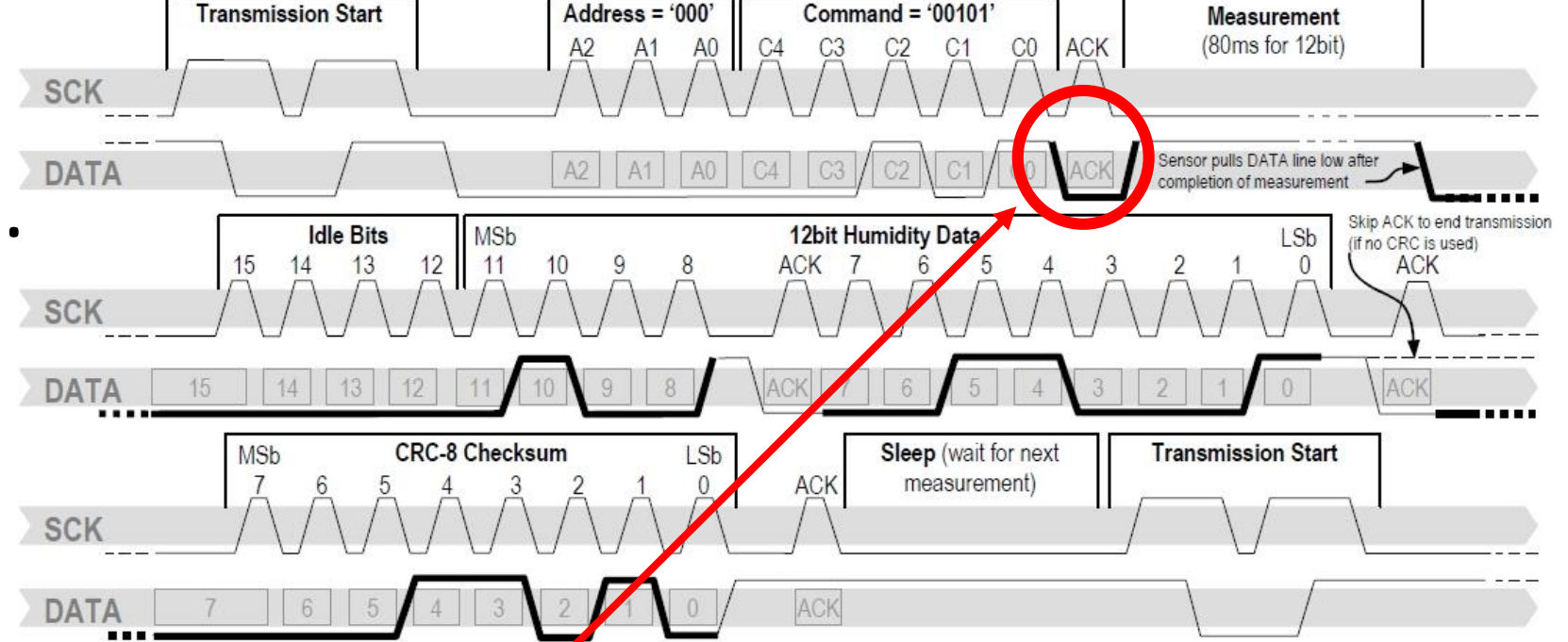
Comunicación.



- Después del comando de medición ('00000101' para humedad relativa), **se mide el ACK y el controlador debe esperar a que se complete la medición (20/80/320 ms).**
- Para señalar la finalización de una medición, **el SHT1x baja la línea de datos y entra en modo inactivo.**
- Los datos de medición se almacenan hasta la lectura, por lo tanto, el controlador puede continuar con otras tareas.

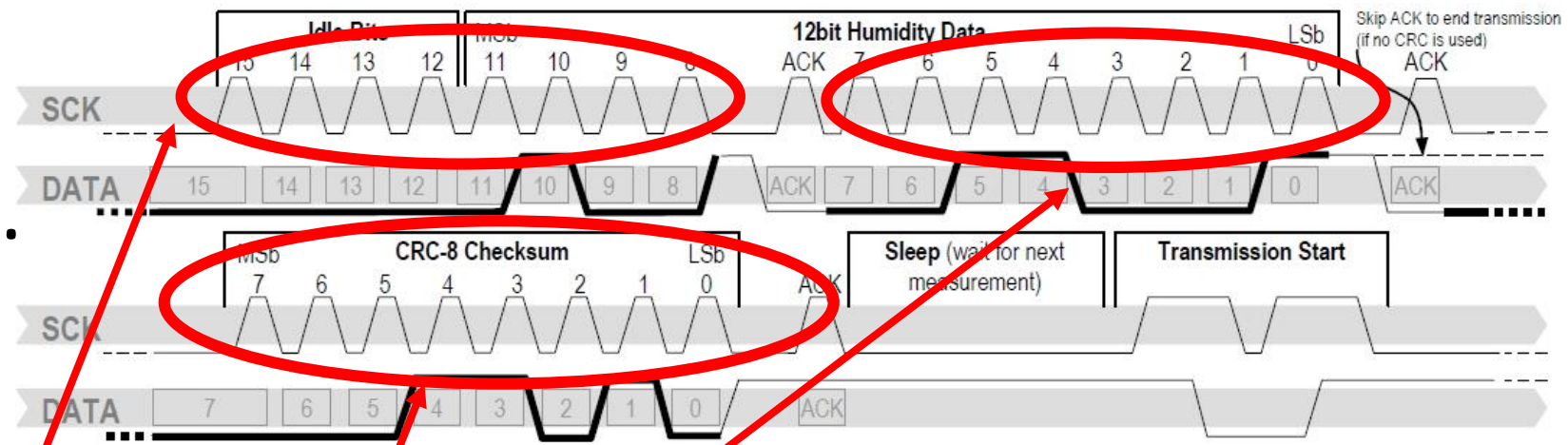
Comunicación.

- Por consola se Imprime los datos.



```
GTKTerm - /dev/ttyUSB0 115200-8-N-1
File Edit Log Configuration Control signals View Help
I (16183) gpio: GPIO[23]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16183) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16193) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16203) example: ACK1-Configuracion exitosa (HUMEDAD) 0
I (16733) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16733) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16743) example: Valor de VAL 1= 6
I (16753) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16763) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16773) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16783) example: Valor de VAL 1= 226
I (16783) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16793) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16803) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16813) example: Valor de VAL 1= 105
I (16813) example: HUMEDAD 55.365135
```


Comunicación.



```
GTKTerm - /dev/ttyUSB0 115200-8-N-1
File Edit Log Configuration Control signals View Help
I (16183) gpio: GPIO[23]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16183) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16193) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16203) example: ACK1-Configuracion exitosa (HUMEDAD)
I (16733) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16733) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16733) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16743) example: Valor de VAL 1= 6
I (16753) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16763) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16773) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16783) example: Valor de VAL 1= 226
I (16783) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16793) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16803) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain: 0| Pullup: 1| Pulldown: 0| Intr:0
I (16813) example: Valor de VAL 1= 105
I (16813) example: HUMEDAD 55.365155
```

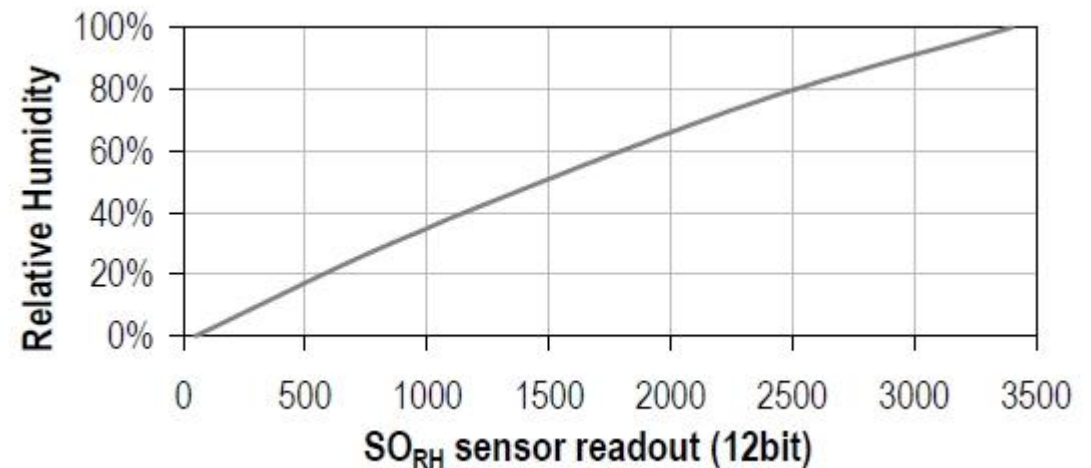
- A continuación, se transmitirán dos bytes de datos de medición y un byte de suma de verificación CRC (opcional).

Cálculo de la humedad.

- Para compensar la falta de linealidad del sensor, se recomienda convertir la lectura con la fórmula RHlinear.
- Compensación de temperatura de la señal de humedad.

$$RH_{\text{linear}} = c_1 + c_2 \cdot SO_{RH} + c_3 \cdot SO_{RH}^2 \text{ (\%RH)}$$

SO _{RH}	c ₁	c ₂	c ₃
12 bit	-2.0468	0.0367	-1.5955E-6
8 bit	-2.0468	0.5872	-4.0845E-4



$$RH_{\text{true}} = (T_{\text{°C}} - 25) \cdot (t_1 + t_2 \cdot SO_{RH}) + RH_{\text{linear}}$$

SO _{RH}	t ₁	t ₂
12 bit	0.01	0.00008
8 bit	0.01	0.00128

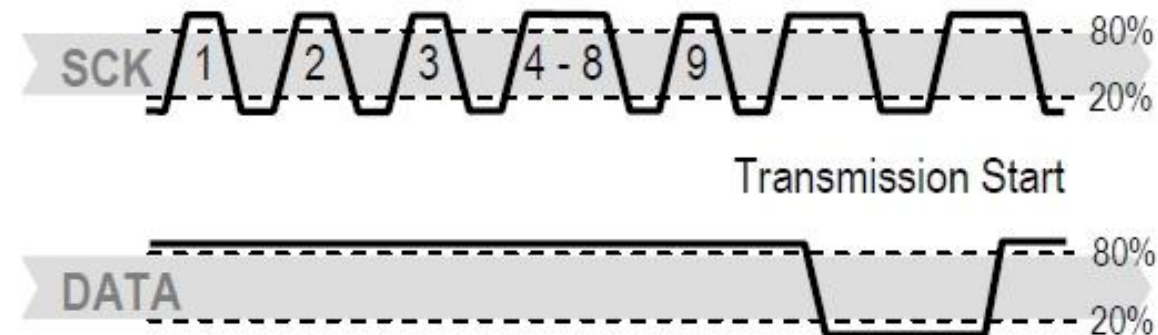
```
I (16783) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain:  
I (16793) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain:  
I (16803) gpio: GPIO[22]| InputEn: 0| OutputEn: 0| OpenDrain:  
I (16813) example: Valor de VAL 1= 105  
I (16813) example: HUMEDAD 55.365135
```

Cálculo de la temperatura.

$$T = d_1 + d_2 \cdot SO_T$$

VDD	d ₁ (°C)	d ₁ (°F)	SO _T	d ₂ (°C)	d ₂ (°F)
5V	-40.1	-40.2	14bit	0.01	0.018
4V	-39.8	-39.6	12bit	0.04	0.072
3.5V	-39.7	-39.5			
3V	-39.6	-39.3			
2.5V	-39.4	-38.9			

- El sensor de temperatura tiene una respuesta lineal, se utiliza la siguiente fórmula para convertir la lectura digital (SOT) en valor de temperatura, con los coeficientes que se dan en la Tabla 8:
- RESET:** Si se pierde la comunicación con el dispositivo, la siguiente secuencia de señales restablecerá la interfaz serial: Mientras deja DATA en alto, cambia SCK nueve o más Veces.



Bibliografia.

- www.sensirion.com