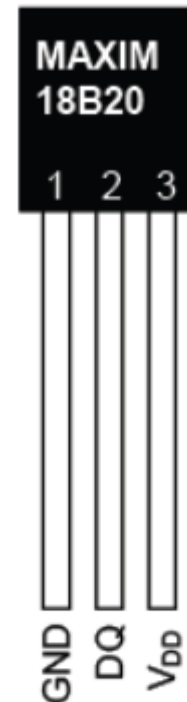
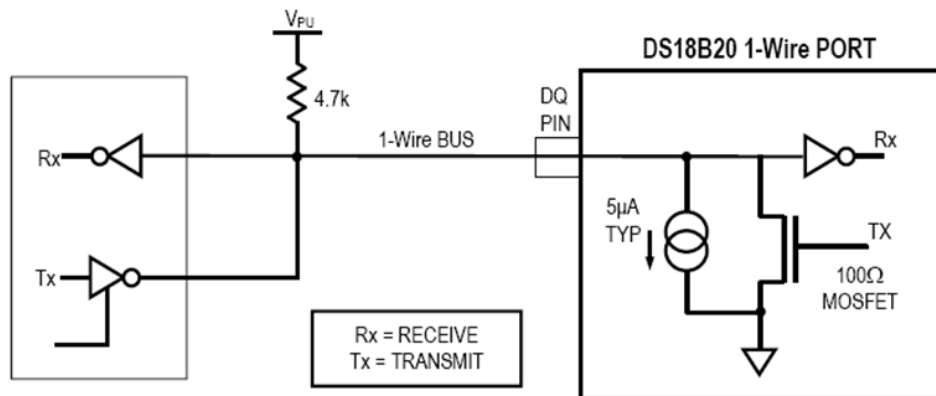


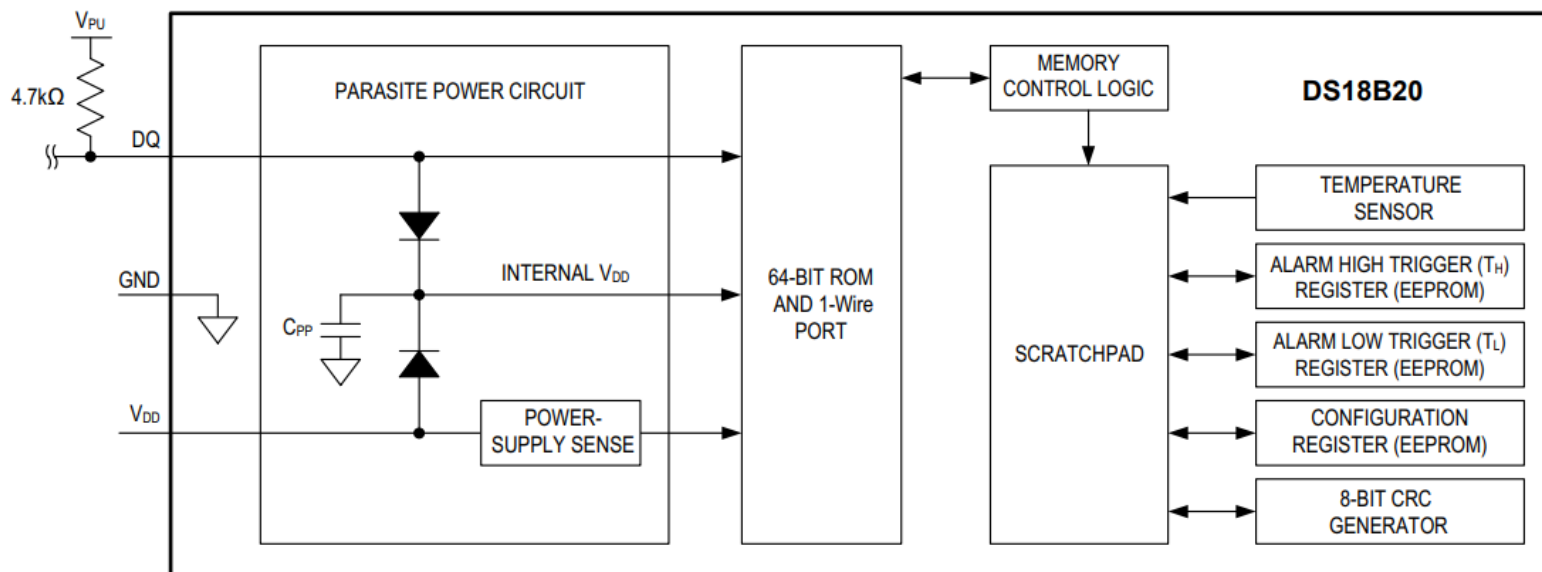
# Termometr cyfrowy DS18B20 z interfejsem 1-wire

Układ DS18B20 zawiera cyfrowy czujnik temperatury i przetwornik analogowo-cyfrowy o rozdzielczości 12-sto bitowej, co odpowiada pomiarowi temperatury z krokiem  $0.0625^{\circ}\text{C}$ .



Magistrala 1-wire ma linię danych (DQ), linię masy oraz linię zasilania. Urządzenia Master i Slave są podłączone do linii danych przez tranzystor CMOS w układzie otwartego drenu z rezystorem podciągającym o typowej wartości  $4.7\text{k}\Omega$ . Gdy tranzystor CMOS nie jest wysterowany Slave przechodzi w stan High-Z (wielkiej impedancji) czyli wirtualnie odłącza się od magistrali, która w tym czasie może być używana przez inny układ Slave.

# Termometr cyfrowy DS18B20 - budowa blokowa



## Blok zasilania

Układ Slave magistrali 1-wire może pracować z zewnętrznym zasilaniem (punkt  $V_{PU}$  na wysokim potencjale) lub bez (punkt  $V_{PU}$  na masie). W tym drugim przypadku jest zasilany z kondensatora  $C_{pp}$  ładowanego z linii danych  $DQ$ , gdy znajduje się ona w stanie wysokim podczas nadawania procesora Master. Kondensator  $C_{pp}$  dostarcza energii, gdy Slave przechodzi na nadawanie.

## Pamięć ROM

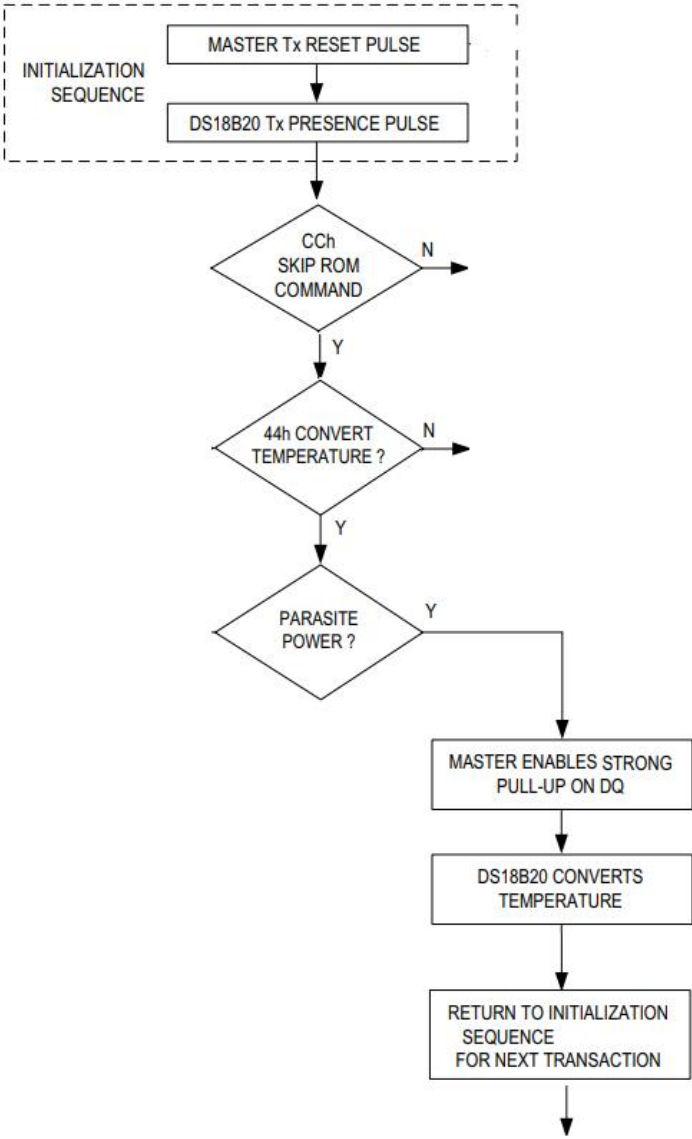
64 bitowa pamięć ROM tylko do odczytu zawiera numer identyfikacyjny egzemplarza układu i może zostać wykorzystana do rozpoznania układu.

## Pamięć scratchpad

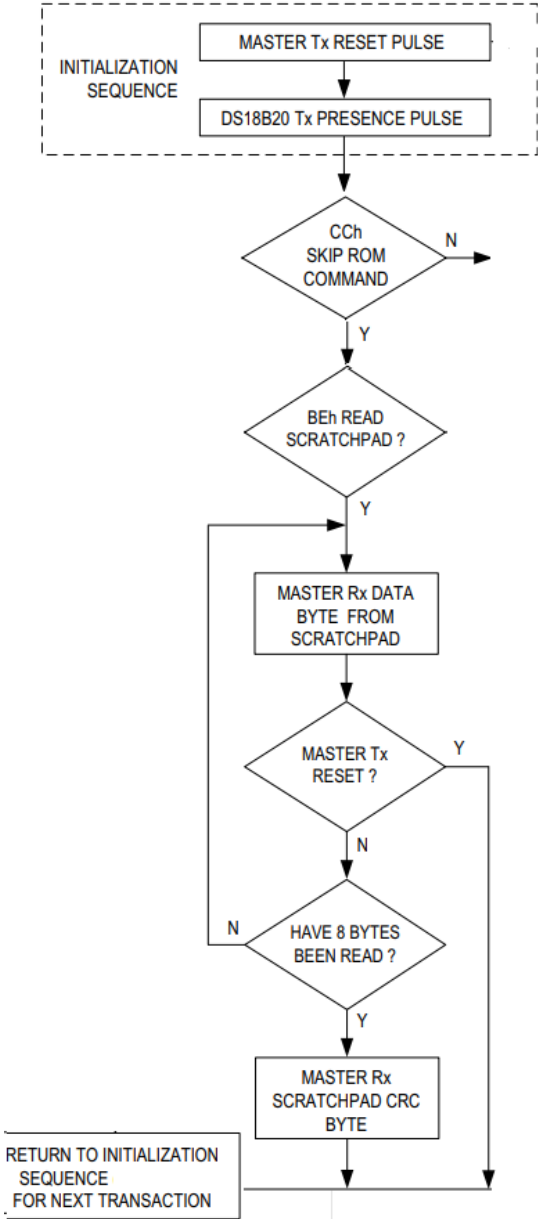
Podręczna pamięć ulotna scratchpad przechowuje wynik pomiaru temperatury (na bajtach 0 i 1), rejestr maksymalnej alarmowej wartości temperatury, rejestr minimalnej alarmowej wartości temperatury i inne nie stosowane w ćwiczeniu.

# Graf pomiaru temperatury i odczytu wyniku z pamięci scratchpad

## Sesja 1



## Sesja 2



# Rozkazy pomiaru temperatury i odczytu wyniku – jeden Slave na magistrali

<b>MASTER</b>	<b>ROZKAZ (LSB bit first)</b>	<b>KOMENTARZ</b>
TX (nadaje)	Impuls resetu	Master generuje impuls resetu
RX (odbiera)	Impuls obecności	DS18B20 odpowiada impulsem obecności
TX (nadaje)	\$CC	Master wydaje rozkaz pominięcia odczytu pamięci ROM
TX (nadaje)	\$44	Master wydaje rozkaz pomiaru temperatury
TX	Podciągnięcie linii	Master utrzymuje magistralę w stanie wysokim czas pomiaru = 1000ms
TX (nadaje)	Impuls resetu	Master generuje impuls resetu
RX (odbiera)	Impuls obecności	DS18B20 odpowiada impulsem obecności
TX (nadaje)	\$CC	Master wydaje rozkaz pominięcia odczytu pamięci ROM
TX (nadaje)	\$BE	Master wydaje rozkaz odczytu pamięci RAM urządzenia
RX (odbiera)	Odczyt 2-ch słów	Master odczytuje wynik pomiaru temperatury

## Rozkazy pomiaru temperatury i odczytu wyniku – wiele Slave’ów na magistrali

Jeśli na magistrali znajduje się więcej niż jedno urządzenie Slave, to Master musi wywołać wybranego Slave’a podając jego 8-bajtowy numer identyfikacyjny. Master zna numery id wszystkich Slave’ów na magistrali jeśli wcześniej dokona odczytu pamięci ROM każdego Slave’a. Znajomość numerów id Slave’ów umożliwia procesorowi Master nadzór nad urządzeniami dopuszczonymi do ruchu w sieci 1-wire.

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
Tx	Reset	Master issues reset pulse.
Rx	Presence	DS18B20s respond with presence pulse.
Tx	55h	Master issues Match ROM command.
Tx	64-bit ROM code	Master sends DS18B20 ROM code.
Tx	44h	Master issues Convert T command.
Tx	DQ line held high by strong pullup	Master applies strong pullup to DQ for the duration of the conversion ( $t_{CONV}$ ).
Tx	Reset	Master issues reset pulse.
Rx	Presence	DS18B20s respond with presence pulse.
Tx	55h	Master issues Match ROM command.
Tx	64-bit ROM code	Master sends DS18B20 ROM code.
Tx	BEh	Master issues Read Scratchpad command.
Rx	9 data bytes	Master reads entire scratchpad including CRC. The master then recalculates the CRC of the first eight data bytes from the scratchpad and compares the calculated CRC with the read CRC (byte 9).

# Termometr cyfrowy DS18B20 – rejestry temperatury i wyświetlanie wyniku

*Rejestr temperatury (LS byte)*

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Nazwa	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$2^{-1}$	$2^{-2}$	$2^{-3}$	$2^{-4}$

*Rejestr temperatury (MS byte)*

Bit	15	14	13	12	11	10	9	8
Nazwa	S	S	S	S	S	$2^6$	$2^5$	$2^4$

Temperatura znajduje się w dwóch pierwszych bajtach pamięci pod adresami 0 (bajt LS) i 1 (bajt MS).

Temperatura jest podawana w rozdzielczości 12-bitowej: bity  $2^6 - 2^0$  stanowią część całkowitą wyniku pomiaru, natomiast bity  $2^{-1}$  do  $2^{-4}$  część ułamkową wyniku. S – bity znaku temperatury

Wykorzystując operacje arytmetyki binarnej (<<, |, &) należy bity części całkowitej uporządkować na jednym bajcie w postaci  $S 2^6 2^5 2^4 2^3 2^2 2^1 2^0$ . Następnie operacjami dzielenie i reszta z dzielenia (/ , %) , wyodrębnić kolumny dziesiętne (cyfry), zapisać cyfry w kodzie ascii i wyświetlić na LCD.

Bity części ułamkowej wyniku  $2^{-1}$ ,  $2^{-2}$ ,  $2^{-3}$ ,  $2^{-4}$  reprezentują kolumny zapisu dwójkowego  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{16}$ . Odpowiada to rozdzielczości pomiaru  $1/16^\circ = 0,0625^\circ$ .

Mając daną liczbę  $a_4/16 + a_3/8 + a_2/4 + a_1/2$  można wyznaczyć części (kolumny zapisu dziesiętnego): dziesiętną  $b_1$  setną  $b_2$  tysięczną  $b_3$ , dziesięciotysięczną  $b_4$ , ze wzoru:

$$\frac{a_4}{16} + \frac{a_3}{8} + \frac{a_2}{4} + \frac{a_1}{2} = \frac{b_4}{10000} + \frac{b_3}{1000} + \frac{b_2}{100} + \frac{b_1}{10}$$
$$\frac{625}{10000} (a_4 + 2a_3 + 4a_2 + 8a_1) = \frac{1}{10000} (1000b_1 + 100b_2 + 10b_3 + b_4)$$

$$b_1 = \frac{(a_4 + 2a_3 + 4a_2 + 8a_1) * 625}{1000}$$