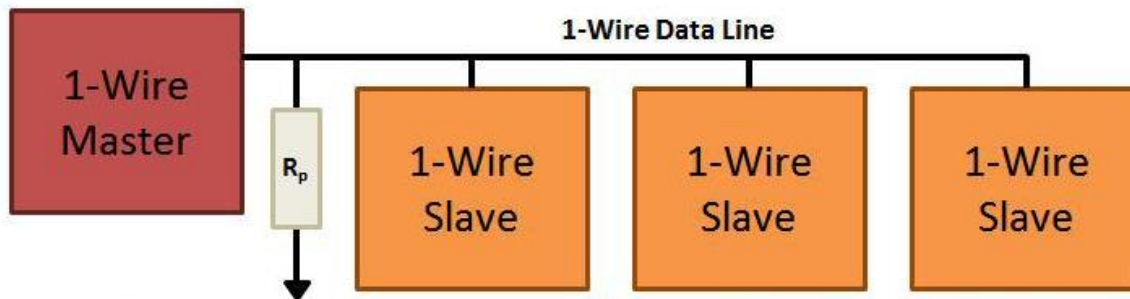
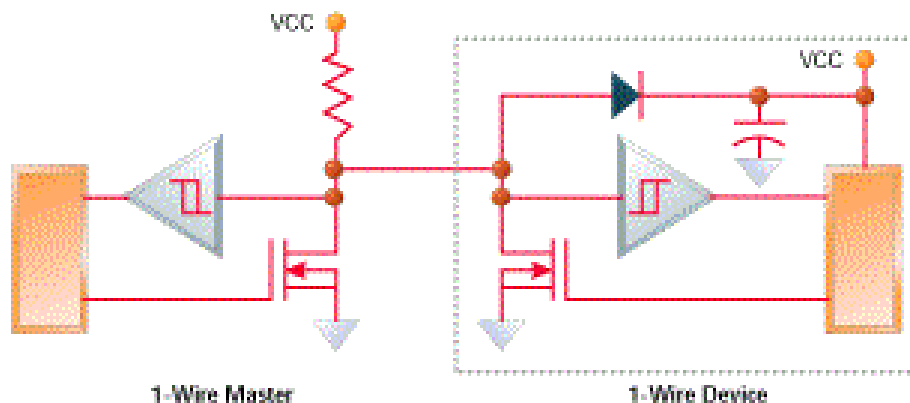


Magistrala 1-wire



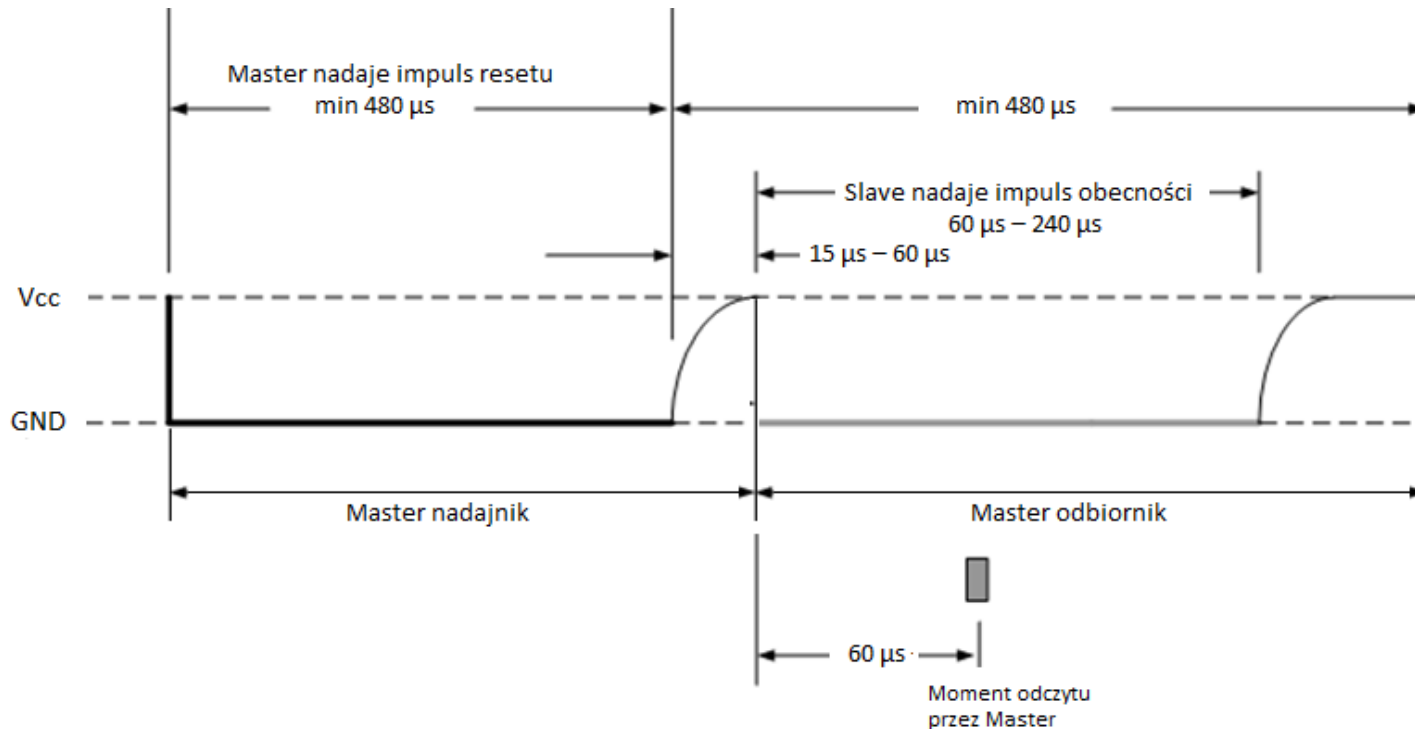
Magistrala 1-wire posiada jedną linię łączącą Master procesor i układy Slave. Master i Slave są podłączone do magistrali przez tranzystory CMOS w układzie otwartego drenu, które wymagają podciągnięcia pod zasilanie przez rezystor 4.7kOhm – stan idle magistrali jest stan wysoki. Master i Slave mogą na zmianę być nadajnikiem lub odbiornikiem transmisji danych. Nadajnik steruje magistralą przez wyjściowy tranzystor CMOS, odbiornik utrzymuje wyjściowy tranzystor CMOS w stanie odcięcia i odczytuje stany magistrali przez wejściowy wzmacniacz (z histerezą).

Slave ma opcję zasilania z kondensatora ładowanego z linii danych (przez diodę) – co daje Slave'om możliwość pracy bez zewnętrznego źródła zasilania. Maksymalna prędkość na magistrali 1-wire jest równa 16kHz, a przesyłane komunikaty muszą być bardzo krótkie.



Protokół magistrali 1-wire – impulsy resetu i obecności

Transmisja danych rozpoczyna się od impulsu resetu (stan niski) nadawanego przez Master, na który Slave odpowiada impulsem obecności (stanem niskim). Po każdym z tych impulsów magistrala musi wrócić na stan wysoki (rysunek). Czas trwania z impulsów resetu i obecności wynosi od 480 do 960 μs .

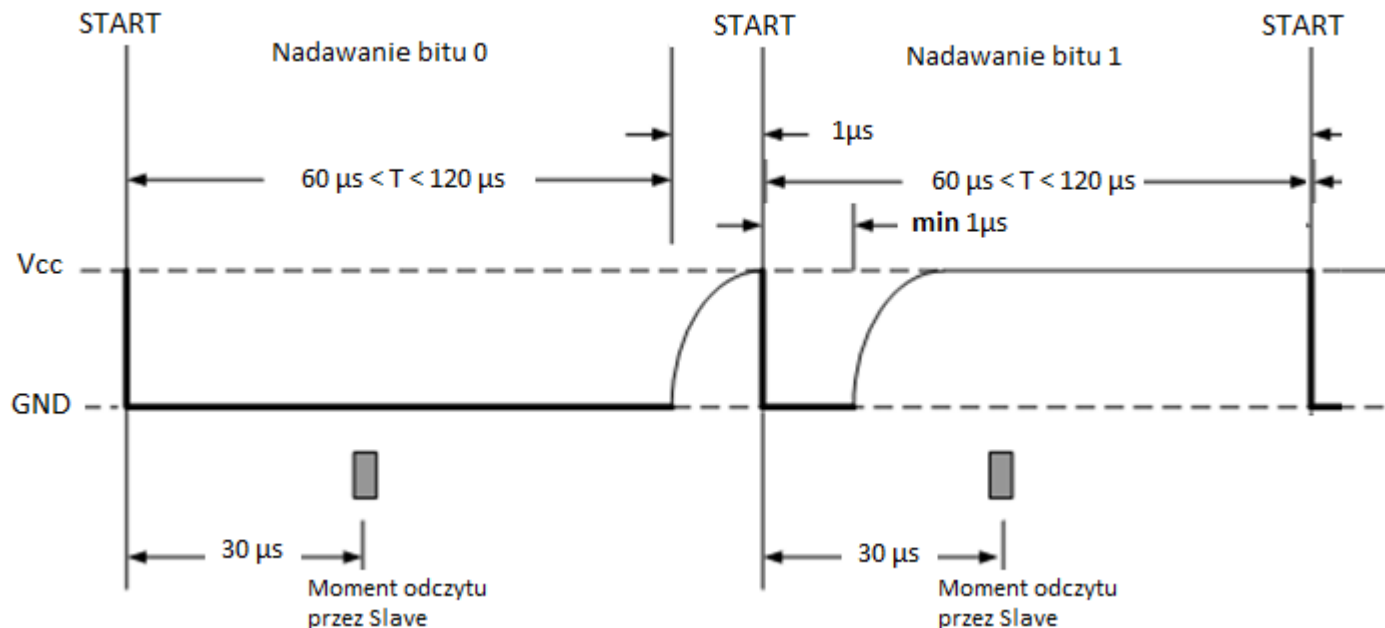


Protokół magistrali 1-wire – nadawanie bitów logicznych zero i jeden

Każdy bit logiczny trwa od 60 do 120 μs . Rysunek przedstawia nadawanie przez Master procesor logicznego zera (z lewej) i logicznej jedynki (z prawej).

Stanem idle magistrali jest stan wysoki.

Każdy bit logiczny rozpoczyna się od zbocza opadającego i składa się z dwóch stanów: niskiego i wysokiego. Slave próbuje (odczytuje) stan na magistrali w 30 mikrosekundzie licząc od zbocza opadającego. Gdy nadawany jest bit logicznego zera to Slave w 30-stej mikrosekundzie odczytuje 0, gdy nadawany jest bit logicznej jedynki to Slave odczytuje 1.

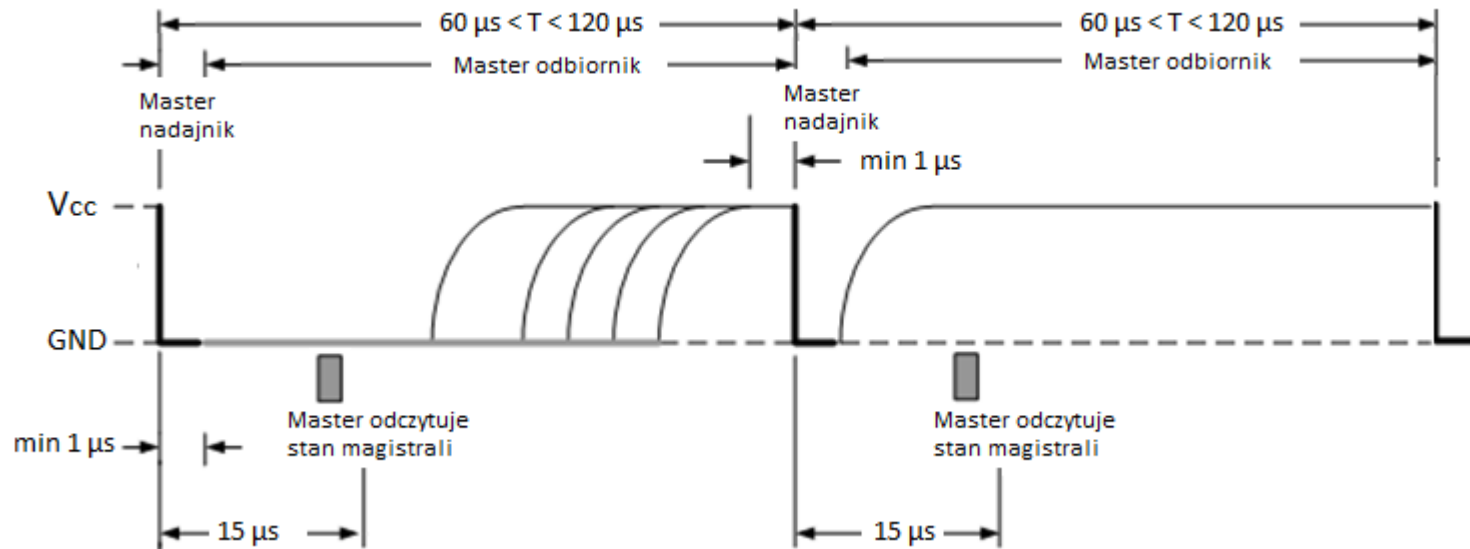


Protokół magistrali 1-wire – odbiór bitów logicznych zero i jeden

Każdy bit logiczny trwa od 60 do 120 μs . Rysunek przedstawia odbiór przez Master procesor logicznego zera (z lewej) i logicznej jedynki (z prawej).

Stanem idle magistrali jest stan wysoki.

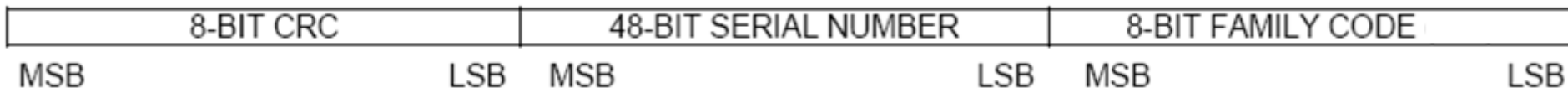
Master rozpoczyna każdy bit logiczny od zbocza opadającego i przytrzymuje zwarcie przez czas od 1 do kilku μs . Następnie zwalnia magistralę i przechodzi na odbiór. Teraz Slave podtrzymuje zwarcie magistrali (gdy chce nadać logiczne zero) lub zwalnia magistralę (gdy chce nadać logiczną jedynkę). Zwolniona magistrala wraca na stan wysoki, bo jest podciągnięta rezystorem. Master próbuje (odczytuje) stan na magistrali przed 15-stą mikrosekundą licząc od zbocza opadającego. Gdy nadawany jest bit logicznego zera to Master w 15-tej mikrosekundzie odczytuje 0, gdy nadawany jest bit logicznej jedynki Master odczytuje 1.



Numer identyfikacyjny układu Slave

Urządzenia cyfrowe z interfejsem 1-wire posiadają pamięć ROM (tylko do odczytu) z zapisanym w niej numerem identyfikacyjnym. Numer identyfikacyjny ma 64 bity i składa się z 48-bitowego seryjnego numeru indywidualnego (nadawanego egzemplarzom urządzenia na linii produkcyjnej), 8-bitowego numeru rodziny układów oraz 8-bitowej sumy kontrolnej CRC.

Jeżeli na magistrali 1-wire znajduje się wiele urządzeń Slave, to Master najpierw musi odczytać numery identyfikacyjne wszystkich tych urządzeń. Podczas transmisji danych Master wywołuje poszczególne urządzenia po ich numerach identyfikacyjnych. Master może również prowadzić kontrolę urządzeń dopuszczonych do pracy w sieci 1-wire.



Odczyt numerów identyfikacyjnych urządzeń z interfejsem 1-wire - koncepcja

Odczyt jednego numeru składa się z 64-ch kroków. Koncepcja odczytu polega na tym, że w n-tym kroku wszystkie Slave'y (tu: S1, S2, S3 i S4) podają na magistralę n-te bity swojego numeru identyfikacyjnego. Master procesor odczytuje iloczyn tych bitów $S1*S2*S3*S4$ (jest to iloczyn galwaniczny ze względu na połączenie układów w jeden punkt). Następnie Slave'y podają na magistralę negację n-tych bitów – Master procesor odczytuje iloczyn galwaniczny $/S1*/S2*/S3*/S4$. Wśród odczytów mogą wystąpić kombinacje 0/0, 0/1 lub 1/0 – kombinacja 1/1 nie może się zdarzyć, jeśli na magistrali jest chociaż jeden Slave.

| bit64 | | bit10 | bit 9 | bit 8 | bit 7 | bit 6 | bit 5 | bit 4 | bit 3 | bit 2 | bit 1 | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| | | | | | | | | | | | 1 | Slave1 (S1) |
| | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | Slave 2 (S2) |
| | | | | | | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Slave 3 (S3) |
| 0 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Slave 4 (S4) |
| | | | | | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Iloczyn bitów: $S1*S2*S3*S4$ |
| | | | | | | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | Iloczyn negacji bitów $/S1*/S2*/S3*/S4$ |

Odczyt numerów identyfikacyjnych – pierwsze urządzenie

Na podstawie odczytów $S1*S2*S3*S4$ oraz $/S1*/S2*/S3*/S4$ Master podaje na magistralę bit kierunku, a wówczas Slave'y o bicie niezgodnym z bitem kierunku przechodzą w stan high-Z, a ich numery nie będą odczytywane w tym wywołaniu funkcji poszukującej. Przechodzenie Slave'ów w stan high-Z następuje, gdy Master odczyta kombinację 0/0, co zachodzi, gdy niektóre Slave'y posiadają na tym bicie zera, a inne jedynki. Sytuacja taka jest nazywana sprzecznością i w przykładzie (tabela) zachodzi w krokach 1, 3 i 6 (numeracja od 1 do 64). Wskutek wystąpienia sprzeczności Slave 1 przechodzi w stan high-Z w kroku pierwszym, Slave 2 w trzecim, a Slave 3 w szóstym. Numer Slave 4 jest odczytywany do ostatniego bitu.

| Pierwsze wywołanie funkcji <u>search()</u> | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|-------|-------|------------------------|-------|------------------------|--|
| bit64 | | bit10 | bit 9 | bit 8 | bit 7 | bit 6 | bit 5 | bit 4 | bit 3 | bit 2 | bit 1 | |
| | | | | | | | | | | | 1 | Slave1 (S1) |
| | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | Slave 2 (S2) |
| | | | | | | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Slave 3 (S3) |
| 0 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Slave 4 (S4) |
| | | | | | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Iloczyn bitów: $S1*S2*S3*S4$ |
| | | | | | | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | Iloczyn negacji bitów $/S1*/S2*/S3*/S4$ |
| 0 | | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Bit kierunku |
| Na magistrali pozostał tylko Slave 4, którego numer jest odczytywany do ostatniego bitu. Parametr <u>LastDiscrepancy</u> zapamiętuje pozycję 6. | | | | | | S3 przechodzi w high-Z | | | S2 przechodzi w high-Z | | S1 przechodzi w high-Z | |

Odczyt numerów identyfikacyjnych urządzeń – kolejne urządzenia

W celu odczytania numerów id wszystkich Slave'ów obecnych na magistrali funkcja poszukująca musi zostać wywołana wywoływana wiele razy. Każde wywołanie funkcji poszukującej ma na celu odczytanie 64-bitowego numeru identyfikacyjnego jednego urządzenia Slave - jest wykonywane w 64 krokach. W przypadku sukcesu zwracana jest wartość TRUE, a numer id wpisywane do tablicy o 8-miu bajtach. W sytuacji gdy na magistrali znajdują się cztery urządzenia Slave, to cztery kolejne wywołania funkcji poszukującej zwrócą TRUE i doprowadzą do odczytania ich numerów id. Piąte wywołanie zwróci FALSE i kolejne nie będą już potrzebne.

| Drugie wywołanie funkcji search() | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|------------------------|-------|-------|------------------------|-------|------------------------|--|
| bit64 | | bit10 | bit 9 | bit 8 | bit 7 | bit 6 | bit 5 | bit 4 | bit 3 | bit 2 | bit 1 | |
| | | | | | | | | | | | 1 | Slave1 (S1) |
| | | | | | | | | | 1 | 0 | 0 | Slave 2 (S2) |
| 1 | | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Slave 3 (S3) |
| | | | | | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Slave 4 (S4) |
| | | | | | | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Iloczyn bitów: S1*S2*S3*S4 |
| | | | | | | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | Iloczyn negacji bitów /S1*/S2*/S3*/S4 |
| 1 | | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | Bit kierunku |
| Na magistrali pozostał tylko Slave 3, którego numer jest odczytywany do ostatniego bitu. Parametr LastDiscrepancy zapamiętuje pozycję 3. | | | | | | S4 przechodzi w high-Z | | | S2 przechodzi w high-Z | | S1 przechodzi w high-Z | |

Odczyt numerów identyfikacyjnych urządzeń – kolejne urządzenia

W celu odczytania numerów id wszystkich Slave'ów obecnych na magistrali funkcja poszukiwania jest wywoływana wiele razy i w każdym wywołaniu musi wybrać inne, kolejne urządzenie Slave do odczytania jego numeru id. Jest to możliwe dzięki zmiennej, na której jest zapamiętywana ostatnia pozycja sprzeczności z poprzedniego wywołania funkcji poszukującej – w wykorzystanej bibliotece zmienna ta nosi nazwę LastDiscrepancy.

LastDiscrepancy nie jest zerowana między kolejnymi wywołaniami funkcji poszukującej.

Dzięki temu w przykładzie w drugim wywołaniu funkcji poszukującej w 6-tym kroku zachodzi zmiana bitu kierunku i zamiast Slave'a 4 zostaje wybrany Slave 3 do odczytania numeru id. W trzecim wywołaniu zmiana kierunku zachodzi na bicie 3 i wybrany zostaje Slave 2, a w czwartym na bicie 1 i wybrany Slave 1.

| Trzecie wywołanie funkcji <u>search()</u> | | | | | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------------------|-------|------------------------|--|
| bit64 | | bit10 | bit 9 | bit 8 | bit 7 | bit 6 | bit 5 | bit 4 | bit 3 | bit 2 | bit 1 | |
| | | | | | | | | | | | 1 | Slave1 (S1) |
| 0 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | Slave 2 (S2) |
| | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Slave 3 (S3) |
| | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Slave 4 (S4) |
| | | | | | | | | | 0 | 0 | 0 | Iloczyn bitów: $S1 * S2 * S3 * S4$ |
| | | | | | | | | | 0 | 1 | 0 | Iloczyn negacji bitów $/S1 * /S2 * /S3 * /S4$ |
| 0 | | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | Bit kierunku |
| Na magistrali pozostał tylko Slave 2, którego numer jest odczytywany do bitu 64. Parametr LastDiscrepancy zapamiętuje pozycję 1. | | | | | | | | | S3 i S4 przechodzą w stan high-Z | | S1 przechodzi w high-Z | |

Odczyt numerów identyfikacyjnych urządzeń – kolejne urządzenia

W ćwiczeniu wykorzystano bibliotekę opartą na nocie:

Application Note 187 1-Wire Search algorithm, Maxim, 2002 zawierającą funkcję `search()` do odczytu numerów id urządzeń Slave na 1-wire. Funkcja działa wg algorytmu którego koncepcja została omówiona na poprzednich slajdach.

| Czwarte wywołanie funkcji <code>search()</code> | | | | | | | | | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------|---|
| bit64 | | bit10 | bit 9 | bit 8 | bit 7 | bit 6 | bit 5 | bit 4 | bit 3 | bit 2 | bit 1 | |
| 0 | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | Slave1 (S1) |
| | | | | | | | | | | | 0 | Slave 2 (S2) |
| | | | | | | | | | | | 0 | Slave 3 (S3) |
| | | | | | | | | | | | 0 | Slave 4 (S4) |
| | | | | | | | | | | | 0 | Iloczyn bitów: $S1 * S2 * S3 * S4$ |
| | | | | | | | | | | | 0 | Iloczyn negacji bitów $/S1 */S2 */S3 */S4$ |
| 0 | | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | Bit kierunku |
| Na magistrali pozostał tylko Slave 1, którego numer jest odczytywany do bitu 64. | | | | | | | | | | | S2, S3 i S4 przechodzą w stan high-Z | |