

# IMPLEMENTING DALLAS 1-WIRE SLAVE ON AVR

Aleš POVALAČ, Bachelor Degree Programme (1)  
Dept. of Radio Electronics, FEEC, BUT  
E-mail: alpov@inMail.cz

Supervised by: Ing. Jiří Šebesta

## ABSTRACT

The paper describes the basic principles of the Dallas 1-Wire bus, which is unique due to use of only one wire (in addition to ground) for communication between the devices. The goal is to develop a 1-Wire slave device based on an AVR microcontroller, which will be in full compliance with the standard [1]. The MCU should understand the basic commands to control its I/O pins.

## 1 ÚVOD

Jednouúčelové obvody firmy Dallas komunikující po 1-Wire sběrnici se v současné době vývoje mikroprocesorové techniky rozšířily i v naší zemi. Mezi nejznámější patří teplotní čidla rodiny DS18x20. Tento článek popisuje implementaci 1-Wire slave zařízení do mikroprocesoru AVR, na jehož porty lze po sběrnici přistupovat. Navržené principy softwarově emulovaného 1-Wire slave zařízení je možné využít zejména v měřicí a regulační technice.

## 2 POPIS 1-WIRE SBĚRNICE

Komunikace na sběrnici je asynchronní a poloduplexní, striktně dodržuje master/slave schéma. Zařízení typu slave může být připojeno více. Sběrnice je neaktivní v log. 1, což je zabezpečeno pull-up rezistorem. Všechna zařízení mají budič s otevřeným kolektorem, pomocí kterého mohou sběrnici stáhnout na log. 0, a jsou připojena prostřednictvím pouhých dvou vodičů – datového a zemního.

Komunikace je rozdělena do tzv. časových slotů, trvajících typicky 60  $\mu$ s. Jeden bit je přenesen během jednoho časového slotu. Master zahajuje veškerou komunikaci generováním sestupné hrany, kterou se synchronizují všechna slave zařízení. Na sběrnici jsou definovány čtyři základní operace: zápis 1, zápis 0, čtení a reset. Níže uvedené časování sběrnice je doporučeno, z pohledu master zařízení je popsáno v [3], časování slave nutné pro jeho implementaci do AVR je částečně popsáno v [1] a bylo experimentálně zjišťováno a ověřováno na vzorku obvodu teplotního čidla DS18S20.

## 2.1 ZÁPIS

Zápis log. 1 je zobrazen na obr. 1 a), nízká úroveň trvá 6  $\mu\text{s}$ . Zápis log. 0 ukazuje obr. 1 b), v tomto případě trvá nízká úroveň 60  $\mu\text{s}$ . Slave zařízení po sestupné hraně signálu počká 30  $\mu\text{s}$  a přečte stav sběrnice, který odpovídá přenášenému bitu.

## 2.2 ČTENÍ

Čtení je zobrazeno na obr. 1 c). Master stáhne sběrnici na log. 0 po dobu 6  $\mu\text{s}$  a po uplynutí dalších 9  $\mu\text{s}$  přečte její stav. Operace čtení odpovídá operaci zápisu log. 1, jejich rozlišení záleží na vnitřním stavu slave zařízení.

Slave zařízení se synchronizuje sestupnou hranou a dále se zachová podle bitu, který chce zapsat. Jedná-li se o log. 1, nevykoná žádnou operaci. Má-li být zapsána log. 0, stáhne slave bezprostředně po sestupné hraně sběrnici na nízkou úroveň po dobu 30  $\mu\text{s}$ .

## 2.3 RESET

Operace resetu se skládá ze dvou částí: reset pulsu vyslaného master zařízením a presence pulsu potvrzujícího přítomnost slave zařízení. Reset puls trvá 8 časových slotů, tj. 480  $\mu\text{s}$ . Master po jeho odeslání počká 70  $\mu\text{s}$  a přečte stav sběrnice. Je-li sběrnice na log. 0, je připojeno alespoň jedno slave zařízení.

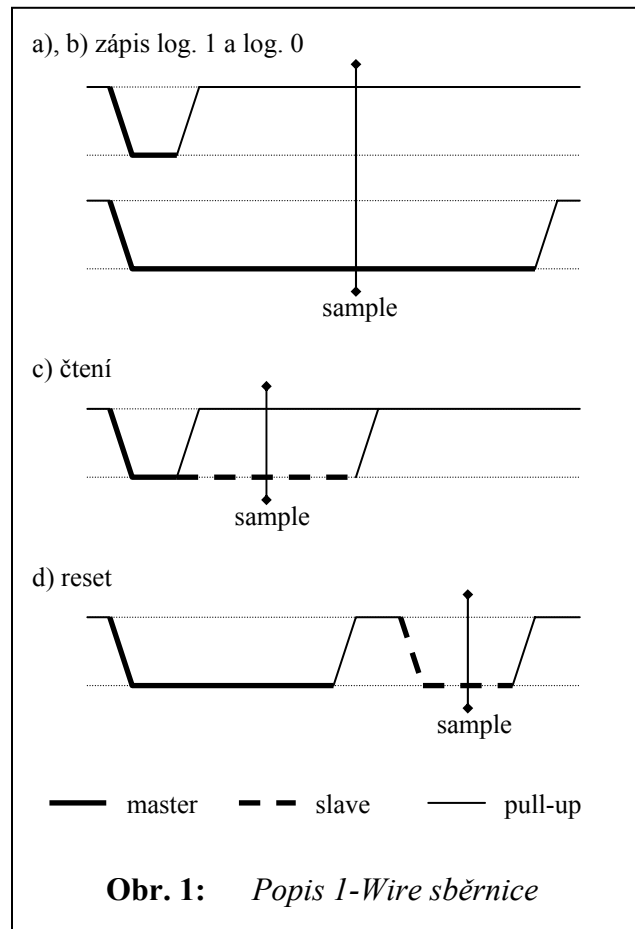
Slave detekuje jako reset puls přítomnost nízké úrovně na sběrnici po dobu překračující 240  $\mu\text{s}$ . Po návratu na log. 1 počká slave 30  $\mu\text{s}$  a na 120  $\mu\text{s}$  odpoví presence pulsem. Operaci resetu ukazuje obr. 1 d).

## 3 PŘÍKAZY 1-WIRE PROTOKOLU

Po iniciaci reset pulsem a potvrzení presence pulsem očekávají slave zařízení připojená na sběrnici tzv. ROM příkaz. Tím se adresuje konkrétní zařízení na sběrnici (lze jich adresovat i více naráz). Vybrané zařízení poté očekává příkaz k provedení určité operace (tzv. funkční příkaz).

### 3.1 ADRESACE SLAVE ZAŘÍZENÍ

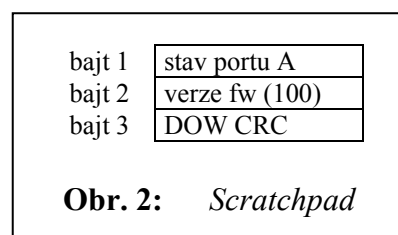
Každé 1-Wire slave zařízení má výrobcem přiřazené 64-bitové unikátní identifikační číslo. Mikroprocesor emuluje všechny základní ROM příkazy: READ ROM, SKIP ROM, MATCH ROM a SEARCH ROM.



**Obr. 1:** *Popis 1-Wire sběrnice*

### 3.2 FUNKČNÍ PŘÍKAZY SLAVE ZAŘÍZENÍ

Mikroprocesor má implementované příkazy čtení a zápisu na tzv. scratchpad, tj. dočasnou paměť. Scratchpad se skládá ze tří bajtů, první odpovídá stavu brány A mikroprocesoru, druhý udává verzi firmware a poslední obsahuje kontrolní součet DOW CRC (obr. 2). Zapisovat je možné pouze na první bajt scratchpadu.



Podporovány jsou tyto příkazy:

- WRITE SCRATCHPAD následovaný 8 bity dat – přijaté bity jsou zapsány na výstupy portu A mikroprocesoru
- READ SCRATCHPAD – mikroprocesor odešle 3 bajty reprezentující stav portu A, verzi firmware a kontrolní součet DOW CRC

## 4 IMPLEMENTACE V MIKROPROCESORU AVR

Slave zařízení je implementováno pomocí mikroprocesoru typu ATtiny26 firmy Atmel. Zdrojový kód je tvořený v AVR assembleru. Z hlediska časování jsou nejkritičtější funkce čtení a zápisu bitu na sběrnici. Emulované slave zařízení je převážně kompatibilní se standardem [1], odchyluje se pouze v několika bodech – detekce reset pulsu se pohybuje mezi 220 a 260  $\mu$ s, reakce při zápisu log. 0 slave zařízením může v nejhorším případě dosáhnout až 5  $\mu$ s a implementace nepodporuje adaptivní časování sběrnice a overdrive rychlost. Pokud se ale master bude držet doporučení [3], k žádným problémům v komunikaci nedojde.

Zdrojový kód je možné snadno rozšířit k zpřístupnění dalších periférií mikroprocesoru, např. AD převodníku nebo modulu PWM. Při vývoji byl kladen důraz na jeho modularitu, pro změnu funkce slave zařízení je postačující zásah do hlavního programu a části obsluhující funkční příkazy. Zdrojový kód se skládá z následujících pěti funkčních celků:

- owslave.asm – hlavní program
- owslave.inc – implementace nízkourovňových funkcí 1-Wire sběrnice
- rom\_cmd.inc – obsluha ROM příkazů pro adresaci zařízení
- func\_cmd.inc – obsluha funkčních příkazů
- dowcrc.inc – výpočet kontrolního součtu DOW CRC

Procesor využívá vnitřního oscilátoru na frekvenci 4 MHz, bezchybný chod je zajišťován integrovaným obvodem watchdog a brown-out detekcí. Identifikační číslo slave zařízení je uloženo v EEPROM paměti mikroprocesoru spolu s konfigurací vstupů a výstupů portu A, který je po sběrnici přístupný.

## LITERATURA

[1] Book of iButton Standards, Dallas Semiconductor Corp., 1997

[2] Application Note AVR318: Dallas 1-Wire<sup>®</sup> master, Atmel Corp., 2004

[3] Application Note 126: 1-Wire Communication Through Software, Dallas Semiconductor Corp., 2004