

ACTIVE LOUDSPEAKER WITH DIGITAL AUDIO SIGNAL INPUT AND ADDITIONAL FUNCTIONS

Jakub Nedoma

Master Degree Programme (2), FEEC BUT

E-mail: xnedom04@stud.feec.vutbr.cz

Supervised by: Tomáš Kratochvíl

E-mail: kratot@feec.vutbr.cz

Abstract: The aim of the project is to design active loudspeakers on an STM32F407. The project contains the final solution of the designed loudspeakers that have a digital input of the multichannel audio signal with both sided data communication. In the work, there are also created circuits for processing an audio signal with a following amplification for the loudspeakers. Added functions are an infra acceptor for a remote control and binary outputs for assistant functions – motor control for positioning the speaker and an indication via LED diodes.

Keywords: STM32F4 DISCOVERY, digital speaker, Ethernet

1. ÚVOD

Aktivní reproduktory s digitálním vstupem multikanálového zvukového signálu je vhodné používat jako soustavu pro domácí kino. Soustava obsahuje několik funkcí. K těmto funkcím patří zjišťování aktuálního výkonu jednotlivých zesilovačů a teploty každého reproduktoru. Tento projekt (aktivní reproduktory), patří do kompletní sestavy Digital Loudspeaker System B&O. Na návrzích dalších dvou bloků systému (bloky PC a ISPU viz obr. 1) se podíleli Martin Šerik a Jakub Laník.

2. POPIS A REALIZACE SESTAVY

2.1. STRUČNÝ POPIS

Kompletní sestava se skládá z 3 částí – počítače, jednotky pro zpracování vstupního zvuku (ISPU) a sestavy digitálních aktivních reproduktorů (DAS).

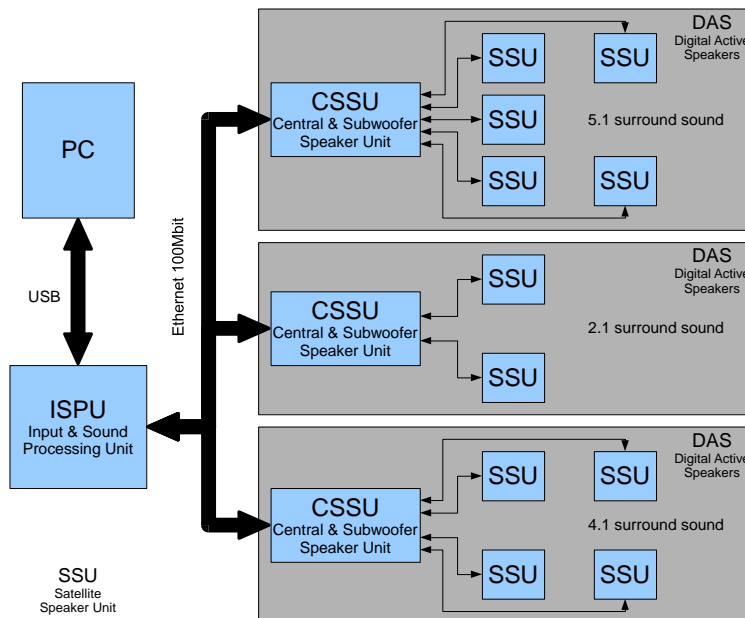
První částí je počítač, který obsahuje software pro konfiguraci a kontrolu celého systému, jako je aktuální teplota a výkon. Lze jím nastavovat rozmístění reproduktorů v místnosti – levý přední, pravý přední atd. a slouží k nastavení filtrů, ekvalizérů, potlačení šumu atd.

Druhou částí je jednotka pro zpracování vstupního zvuku (ISPU), která má možnost připojení symetrického a asymetrického nebo optického S-PDIF audio signálu. Jednotka převádí audio signál do digitálního formátu. Vzorkovací frekvence AD převodníku je 48kHz s 24bity. Audio se upravuje pomocí filtrů a ekvalizéru. Způsob úpravy si zvolí uživatel například pomocí dálkového ovladače. Jednotka odešle upravená data přes Ethernet rozhraní do jednotlivých CSSU (Central & Subwoofer Speaker Unit).

Třetí částí je sestava digitálních aktivních reproduktorů DAS (Digital Active Speakers). Sestava se skládá z jednoho CSSU a dvou až pěti satelitů SSU (Speaker System Unit). Sestavu satelitů řídí CSSU, přijímající digitální data přes Ethernet rozhraní. Přijatá data (převážně audio signálu) odešle na příslušné satelity. Satelity jsou aktivní reproduktory napájené přes 8 žilový kabel, který se používá u LAN sítí. Do celé kompletní sestavy bude možné zapojit více digitálních aktivních reproduktorů (DAS). Každá místnost, která bude systémem DAS ozvučena, může obsahovat

tří až šest aktivních reproduktorů, tzv. satelitů. Každý z nich bude mít svůj samostatný audio signál. Co se týče rozmístění satelitů a subwooferu, jejich konfigurace může být - 2.1, 4.1 nebo 5.1.

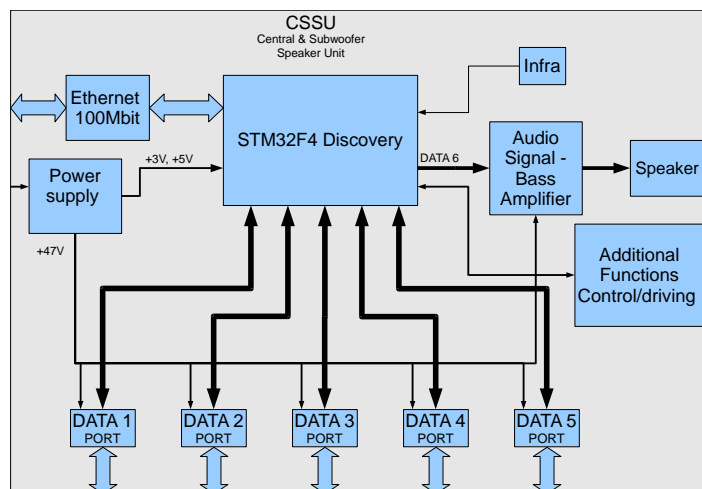
Jednotlivé CSSU a SSU obsahují snímače teploty pro každý reproduktor se zesilovačem. Dále lze měřit aktuální výkon zesilovačů a také je možné sledovat proudové přetížení kabeláže nebo přetížení motorku a polohu vyklopení reproduktoru u satelitů. Oproti satelitům je součástí CSSU také infračervený přijímač pro nastavování hlasitosti, popřípadě i korekci zvuku.



Obrázek 1: Blokové schéma možné konfigurace kompletní sestavy

2.2. POPIS CENTRAL & SUBWOOFER SPEAKER UNIT

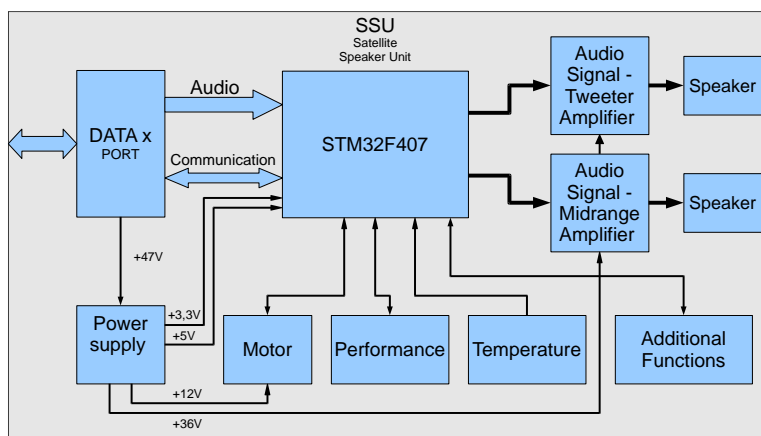
Jednotka je aktivním subwooferem s řídicím blokem (obr. 2). Srdcem jednotky je STM32F4 Discovery. Data se přijímají přes Ethernet rozhraní o rychlosti 100Mbit/s. STM32F4 Discovery rozděluje jednotlivé pakety pro každý z šesti kanálů a odesílá je na příslušný port (DATA 1 – 5), šestý kanál je určen pro zesilovač přímo v subwooferu, tedy pro basové frekvenční pásmo. Výkon tohoto zesilovače je 200W a vstup tohoto zesilovače je PWM. Tento zesilovač lze zaměnit za zesilovač s analogovým vstupem. CSSU má i 24bit DA převodník. Dále jednotka obsahuje přijímač pro dálkový ovladač. Výkonová část se skládá z výkonového zesilovače a reproduktoru.



Obrázek 2: Blokové schéma CSSU

2.3. POPIS SATELLITE SPEAKER UNIT

Jednotka je aktivní satelit pro střední a vysoké tóny s řídicím blokem (obr. 3). Srdce jednotky tvoří mikrokontrolér STM32F407. Data se přijímají přes USART rozhraní o minimální rychlosti 1,5Mbit/s. Po příjmu dat jsou použity filtry pro rozdělení frekvenčních pásem. Výkonová část se skládá z jednoho výkonového zesilovače o dvou kanálech a dvou reproduktorech. Celkový výkon zesilovače dosahuje cca 48W. Většina přídatných funkcí je stejná jako u CSSU. Ale jedna funkce je navíc, a to funkce řízení motoru pro nastavení polohy reproduktorů vůči uživateli v daném prostoru. Tím je dosaženo ideálního poslechu.



Obrázek 3: Blokové schéma SSU

3. ZÁVĚR

V současné době je navržena aktivní reprosoustava s digitálním vstupem s Ethernet rozhraním pro multikanalový zvukový signál, který obsahuje i obousměrnou komunikaci o teplotě, aktuálním výkonu a hlášení chyb. Byly splněny návrhy všech požadovaných funkcí, jako jsou digitální zesilovače, přijímač infračerveného dálkového ovládání firmy B&O. Dále práce obsahuje binární výstupy pro řízení motorků, pro řízení AD převodníků a obsahuje i LED diody pro signalizaci zapnutí a přehřátí výrobku. Dále je napsán SW pro satelity a část programu pro CSSU. Veškerá schémata zapojení byla konzultována s firmou B&O.

PODĚKOVÁNÍ

Tento příspěvek vznikl za podpory projektu CZ.1.07/2.3.00/20.0007 WICOMT, financovaného z operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost.

REFERENCE

- [1] ODVÁRKA, Petr. Ethernet. *Svět sítí: Informace ze světa počítačových sítí* [online]. 2000 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://www.svetsiti.cz/clanek.asp?cid=Ethernet-1992000>
- [2] STM32 F4 Hi-Performance & DSP. STMICROELECTRONICS. *STMicroelectronics* [online]. 2012 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z: <http://www.st.com/internet/mcu/subclass/1521.jsp>



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ