

4M Systems a.s.

FUNKČNÍ VZOREK

**Funkční vzorek modulárního systému pro měření účinků
od "multihit" dlouhých zbraní**

FW06010271-V4

Autor:

**Radek Duchek, (4M Systems a.s.)
Jan Kříž, (4M Systems a.s.)
Patrik Kutílek, (ČVUT v Praze)
Slávka Čubanová, (ČVUT v Praze)
Lýdie Leová, (ČVUT v Praze)
Petr Volf, (ČVUT v Praze)
Jiří Halaška, (ČVUT v Praze)
Ján Hýbl, (ČVUT v Praze)
Roman Víték, (UO FVT v Brně)
Pavel Skalický, (UO FVT v Brně)
Luděk Jedlička, (UO FVT v Brně)**

Číslo projektu: FW06010271

Identifikační číslo výsledku: FW06010271-V4

Typ výsledku: Gfunk

Odpovědný pracovník: Radek Duchek, (4M Systems a.s.)

PRAHA, PROSINEC 2023

Jazyk výsledku: CZE

Hlavní obor: JB - Senzory, čidla, měření a regulace

Uplatněn: ANO

Název výsledku česky:

Funkční vzorek modulárního systému pro měření účinků od "multihit" dlouhých zbraní

Název výsledku anglicky:

Functional sample of a modular system for measuring the effects of "multihit" from long gun

Popis výstupu/výsledku z návrhu projektu FW01010444 TAČR TREND 1:

Zařízení umožňující vysokou frekvencí (3kHz) zaznamenávat chování povrchu struktury ochranných prostředků během opakovaných zásahů s následnou možností hodnocení kinematických dat reprezentujících chování struktury ochranného prostředku. Modulární systém je tvořen čtyřmi akcelerometrickými senzory, aby bylo možné studovat chování ochranného prostředku v jeho několika částech současně.

Abstrakt k výsledku česky:

Zařízení umožňující vysokou frekvencí (3kHz) zaznamenávat chování povrchu struktury ochranných prostředků během opakovaných zásahů s následnou možností hodnocení kinematických dat reprezentujících chování struktury ochranného prostředku. Modulární systém je tvořen čtyřmi akcelerometrickými senzory, aby bylo možné studovat chování ochranného prostředku v jeho několika částech současně. Funkční vzorek umožňuje zaznamenat maximální hodnoty kinematických veličin, akcelerací, při opakovaném zásahu povrchu ochranného prostředku. Zařízení umožní určit implementovanými metodami účinky od opakovaného zásahu ochranného prostředku střelnou zbraní. Zařízení je charakteristické konstrukcí umožňující souběžné monitorování více kinematických veličin ve více místech ochranného prostředku.

Abstrakt k výsledku anglicky:

A device that enables high-frequency (3kHz) recording of the behavior of the surface of the structure of protective equipment during repeated

interventions with the subsequent possibility of evaluating kinematic data representing the behavior of the structure of the protective equipment. The modular system is made up of four accelerometric sensors, so that it is possible to study the behavior of the protective device in its several parts at the same time. The functional sample makes it possible to record the maximum values of kinematic quantities, accelerations, during repeated impact on the surface of the protective device. The device makes it possible to determine the effects of the repeated impact of a protective device with a firearm using the implemented methods. The device is characterized by a design that enables simultaneous monitoring of multiple kinematic variables in multiple locations of the protective device.

Klíčová slova česky:

kinematická data, neprůstřelná vesta, multihit, dlouhá zbraň

Klíčová slova anglicky:

kinematic data, body armor, multihit, long weapon

Vlastník výsledku:

Univerzita obrany v Brně - 100%,

Lokalizace: Univerzita obrany v Brně

Licence: Ne

Licenční poplatek: Ne

Ekonomické parametry:

Trh obsahuje pouze monitory záznamu základních pohybových dat s možností předávání informací o ochranném prostředku, ale neumožňují souběžný monitoring kinematických dat z více míst na povrchu ochranného prostředku systémy založenými na IMU. Přičemž v současnosti ani neexistují zařízení optimalizované pro monitorování "multihit" z dlouhých zbraní. Realizace se zaměřuje na přenosné zařízení optimalizované pro měření "multihit" z dlouhých zbraní na více místech povrchu ochranného prostředku, které současně umožní předávání informací o kinematických datech do PC ve formátu vhodném k hodnocení účinku opakovaných zásahů z dlouhých zbraní do neprůstřelné vesty. Většina komerčních zařízení je orientována na kamerové systémy a siloměrné systémy a není možné je upravit pro aplikaci expertních metod s předpokladem záznamu kinematických dat.

Obdobné zařízení není tedy na trhu dostupné. Ekonomické přínosy vyplývají z možnosti určení účinků zásahů ze zbraní do nositelných ochranných pomůcek a screeningu stavu ochranné pomůcky, což vede k možnosti optimalizace vývoje ochranných pomůcek a snížení vlivu střelby na uživatele ochranné pomůcky.

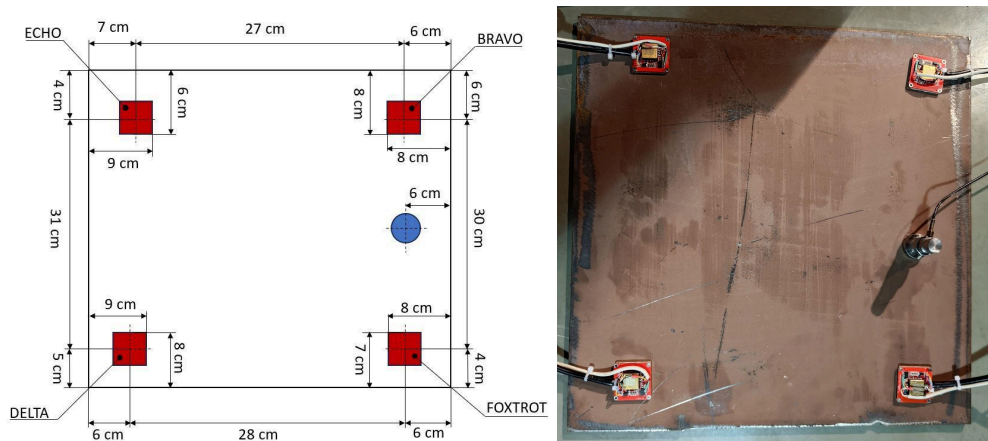
Kategorie nákladů: výše nákladů \leq 5 mil. Kč.

Popis funkčního vzorku

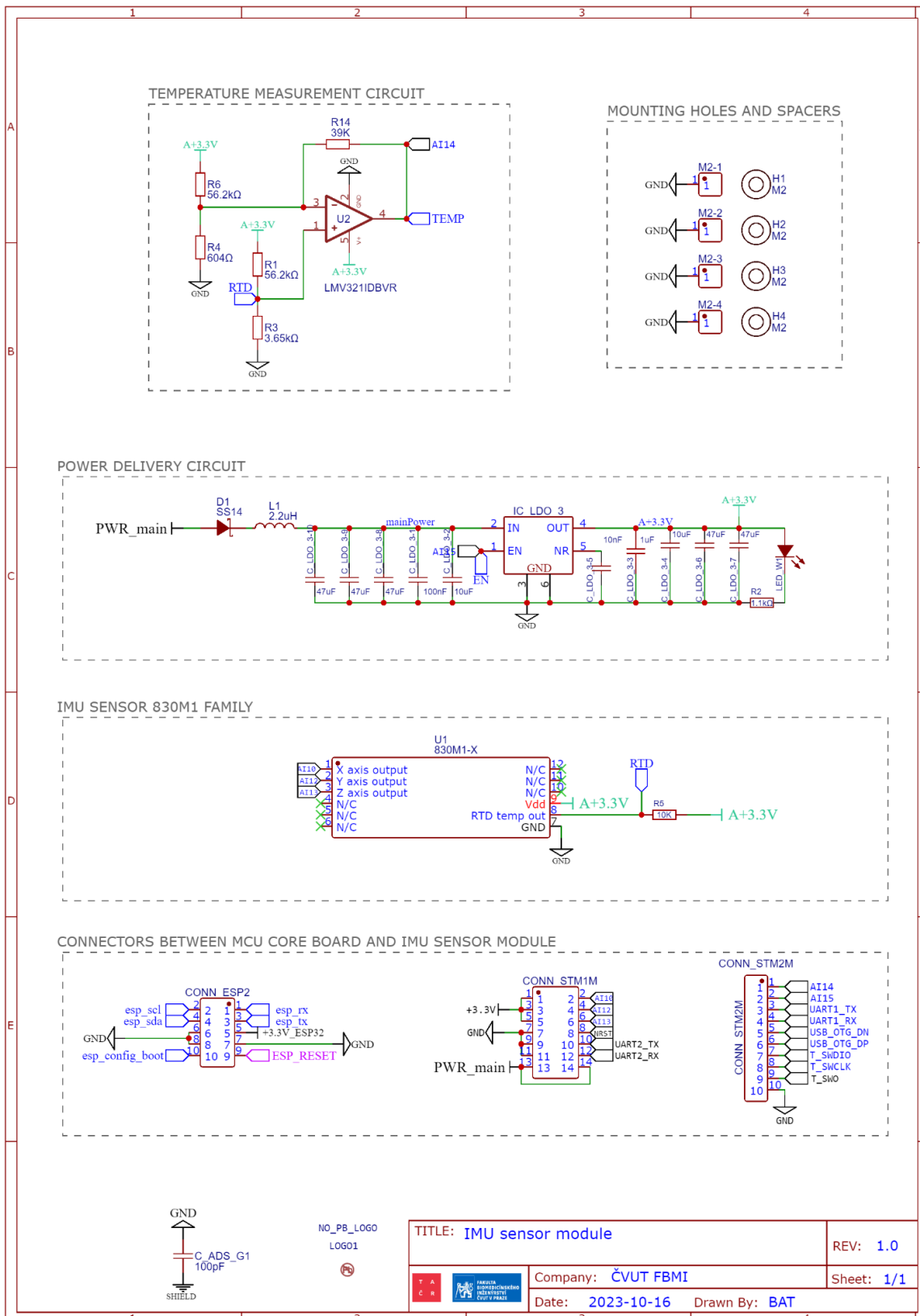
Pro záznam a hodnocení fyzikálních (především kinematických) dat, jednotek záznamu a zpracování dat, rozhraní pro přenos dat a hardwaru pro ukládání dat byly zvoleny vhodné snímače a podsystémy. Pro potřeby měření účinků střelby jsou použity (4x) senzory 830M1-1000 MEMS Akcelerometr, Analogový, X, Y, Z, $\pm 1000g$, které umožňují záznam kinematických dat. Data ze snímačů jsou předávána záznamové jednotce. Výroba plošných spojů (DPS) je ve shodě s RoHS se soustředila na záznamovou elektroniku pro čtení dat ze senzorů.

Pro měření a ukládání naměřených dat byly pořízeny Počítač Intel NUC 11 Performance Lite počítač, vysokorychlostní paměťové médium (SSD 870 EVO, 1TB) a Joy-it Joy-View 13 dotykový monitor. Pro bezpečný provoz testovacích/měřicích zařízení a potřeby testování jsou použity: zásuvková skříň Famatel ZSF V704 IP54 jištěná s chráničem zásuvky 8x230V a rozvodnice Famatel AcquaCOMBI 3959 IP65 s montážním prostorem pro umístění měřicí elektroniky.

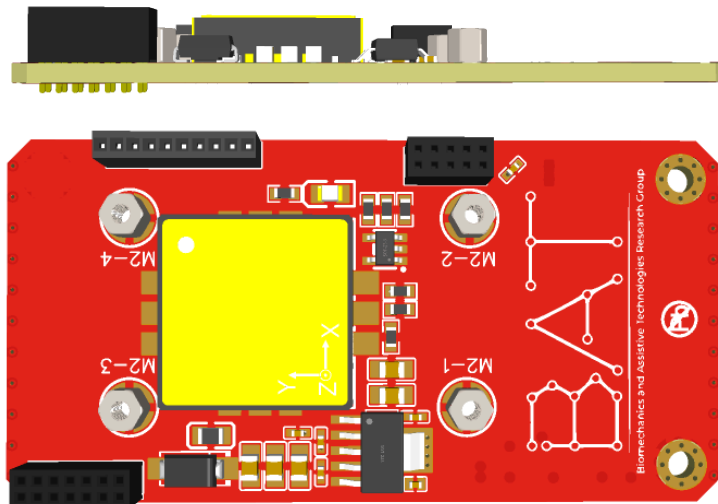
Pro vlastní testování účinků střelby na ochranné pomůcky je použit podkladový materiál plastelína KOH I NOOR (simulant lidského těla), pro vlastní testování navržených senzorů je použit balistický plát - HARDOX 450 rozměry: 400 x 400 x 8 mm (výška x šířka x tloušťka).



Obr.1: Schéma umístění akcelerometrických senzorů nazvaných ECHO, BRAVO, DELTA, FOXTROT.



Obr.2: Schéma elektronické části jednoho snímače.



Obr.3: Schéma vyhotoveného jednoho snímače s otvory pro upevnění k ochrannému plátu.

Funkční vzorek byl testován pro měření a určení maximální hodnoty měřených kinematických dat během zásahu. Pro potřeby testovacího měření byly použity náboje ráže 9 x 19 mm NATO, typ střely FMJ, hmotnost střely [g] 8,00.

Měření FV je prováděno tak, že se na ochranný plát do každého rohu umísťuje akcelerometrický senzor. Plát se následně upevní k bloku s podkladovým materiálem (plastelína), který se následně připevnil k držáku vzorků.

Do připraveného vzorku se střílí z univerzálního balistického závěru s využitím balistických zkušebních hlavni ze vzdálenosti 15 metrů. Celkem bylo provedeno v rámci testování 9 měření (1 testovací, 2x od každé ráže). Po každém výstřelu se provádí kontrola záznamu a uložení dat.

V rámci vyhodnocení dat v PC se detekuje maximální amplituda normy signálu jednotlivých akcelerometrických senzorů, která byla získána podle rov.:

$$\|a\| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

$\|a\|$ - Eukleidovská norma (velikost výsledného vektoru lineárního zrychlení)

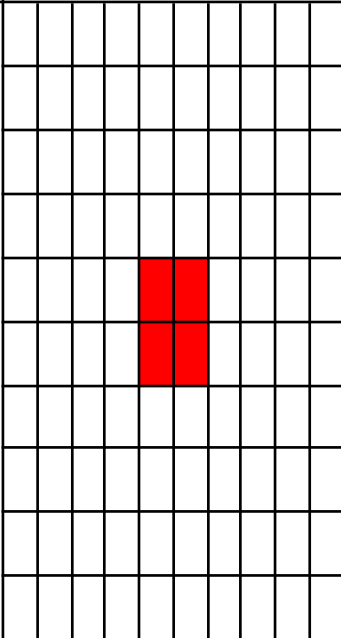
a_x - Lineární zrychlení v ose x

a_y - Lineární zrychlení v ose y

a_z - Lineární zrychlení v ose z

Místo zásahu je zobrazeno červenou plochou ve čtvercové matici. V rozích jednotlivých grafických zobrazení jsou uvedeny hodnoty maximálních amplitud velikostí výsledných vektorů lineárního zrychlení. V případě saturace daného senzoru je hodnota velikosti výsledného vektoru zobrazena červenou barvou. Hodnoty saturace jsou cca od 58800 ms^{-2} . V případě ráže 9mmx19 střela NATO 8g nedochází k saturaci signálu. Ostatních typů střel (Ráže 5.56x45mm střela SS109 4g, Ráže 7.62X51 střela M80 9.55g, Ráže 7.62X51 SWISS PAP 12.7 g) dochází k saturaci alespoň jednoho akcelerometru.

1x výstřel Ráže 9mmx19 střela NATO 8g, Čas: 13:02

6617	Max amplituda (norma ms^{-2})	12331
		
5010		16942

