

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

36 933

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

A61B 5/332 (2021.01)
A61B 5/333 (2021.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2022-40638**
(22) Přihlášeno: **30.12.2022**
(47) Zapsáno: **27.03.2023**

- (73) Majitel:
České vysoké učení technické v Praze, Praha 6,
Dejvice, CZ
- (72) Původce:
doc. Ing. Pavel Smrčka, Ph.D., Praha 6, Střešovice, CZ
doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D., Holubice, CZ
doc. Ing. Karel Hána, Ph.D., Praha 10, Vršovice, CZ
Ing. Jan Kašpar, Jičín, Valdické Předměstí, CZ
Ing. Martin Vítězník, Praha 5, Stodůlky, CZ
Ing. Radim Kliment, Ph.D., Praha 4, Modřany, CZ
Ing. Tomáš Veselý, Vysoký Újezd, CZ
Ing. Jan Mužík, Ph.D., Praha 10, Strašnice, CZ
- (74) Zástupce:
MACHU IP | patentová kancelář, Mgr. Matěj
Machů, Ph.D., Senovážné náměstí 978/23, 110 00
Praha 1, Nové Město

- (54) Název užitého vzoru:
Systém pro robustní terénní snímání EKG

CZ 36933 U1

System pro robustní terénní snímání EKG

Oblast techniky

Technické spadá do oblasti technologií měření pro diagnostické účely a výstražná zařízení reagující na nežádoucí nebo abnormálně působící podmínky, jakožto i systémy pro přenos měřených hodnot a zařízení a způsoby pro záchranu života.

Dosavadní stav techniky

V současné době je kontinuální monitorace stavu kardiovaskulárního systému u členů integrovaného záchranného systému (IZS), vojáků a podobných profesí zanedbanou oblastí. Jako prioritní se u systémů bezpečnostní monitorace zdála sensorika nebezpečných (toxických a výbušných) látek v prostředí sledované osoby, monitorace zbytku dýhací směsi v tlakové láhvi, dále u vojáků detekce průstřelu. Takto zaměřené systémy jsou v současné době rutinně implementovány a existují četná řešení externích lokálních „kapesních“ senzorů nebezpečných plynů a těkavých látek či detektorů ionizujícího záření pro hasiče. Jsou k dispozici i experimentální řešení s možností telemetrického přenosu těchto sledovaných signálů, které zpravidla počítají s možností připojení externího zařízení pro monitoraci tepové frekvence, ale neposkytují plnou EKG křivku.

Podle Národní asociace požární ochrany v USA vedly v roce 2021 k 59 % úmrtí hasičů nikoliv zranění či otravy toxickými látkami, ale psychické přepětí a fyzický stres, přičemž 51 % těchto případů bylo spojeno s náhlou srdeční zástavou. Tato statistika je v oblasti bezpečnostní profesní monitorace výzvou k řešení.

Problém monitorace signálů kardiovaskulárního systému na medicínské úrovni je v současných systémech zcela opomenut a existuje pouze ve formě doplňků na úrovni „chytré“ spotřební elektroniky pro domácí použití (např. snímače tepové frekvence v hodinkách na principu fotopletysmografie či snímače ve formě hrudních pásů připojitelné k chytrému telefonu).

Společnou vlastností těchto stávajících snímačů je nemožnost měřit plnou EKG křivku v medicínské kvalitě a použití pouze jednosvodového systému snímání elektrokardiografického signálu, což v praxi znamená, že pokud sledovaná osoba má svoji elektrickou srdeční osu jakožto individuální anatomickou vlastnost, která se navíc mírně mění při zátěži, natočenou jinak než většina populace, nejsou tato řešení spolehlivá ani ve své základní úloze, kterou je odhad srdečního rytmu. Alternativním přístupem pro tyto situace je ruční přepohování hrudního pásu s cílem najít optimální pozici, aby se dosáhlo větší amplitudy QRS komplexu v EKG signálu, což je v praxi u bezpečnostní hromadné monitorace zásahové skupiny hasičů či sesedlé jednotky vojáků v terénu zcela nerealizovatelný úkon. Navíc tato stávající jednosvodová řešení neumožňují rekonstrukci prostorového vektoru elektrické srdeční aktivity.

Podstata technického řešení

Podstata technického řešení spočívá v integraci více než dvou senzorových elementů vestavěných do oděvu či do optimalizovaného snímacího zařízení realizovaného příkladně ve formě hrudního pásu, které umožní snímání vícesvodového EKG v terénu a následný výběr nejvhodnější kombinace svodových míst pro robustní dlouhodobou detekci srdečního rytmu a automatické rozměření EKG signálu u sledované osoby. Tím toto řešení překonává současné systémy a do značné míry odstraňuje nedostatky stavu techniky.

Dále toto řešení díky prostorovému rozmístění svodových míst ve snímacím zařízení umožňuje rekonstrukci prostorového vektoru elektrické srdeční aktivity analogickou klinickému vektor-kardiogramu, čímž je rozšířena jeho diagnostická funkce.

5 Systém sestává z více než dvou senzorových elementů v podobě suchých elektrod zhotovených z biokompatibilního vodivého materiálu jakožto příkladně z vodivé tkaniny nebo chromniklové oceli rozmístěných na povrchu těla v oblasti hrudníku, které jsou integrovány do podvlekové vrstvy pracovního oděvu nebo vestavěny do flexibilního hrudního pásu.

10 Tyto senzorové elementy jsou propojené s jednotkou zpracování vestavěnou v oděvu nebo v hrudním pásu, která obsahuje měřicí, vyhodnocovací a napájecí subsystém. Jednotka zpracování v reálném čase zajišťuje digitalizaci a automatickou analýzu snímaného vícesvodového EKG, vyhodnocuje kvalitu signálu a pro detekci srdečního rytmu vybírá z dostupných svodových míst nejvhodnější bipolární kanály pro extrakci srdečního rytmu.

15 Vyhodnocovací jednotka dále obsahuje komunikační rozhraní, které umožní odesílání měřených dat v reálném čase do nadřazeného systému pro další analýzu a rovněž obsahuje možnost zavedení zpětnovazebního signálu pro zvýšení činitele soufázového signálu činitele potlačení souhlasného rušení (common-mode rejection ratio, CMRR) do vybraného svodového místa. Díky tomuto řešení
20 je svodový systém pro snímání EKG dynamicky v reálném čase rekonfigurovatelný a umožňuje automatickou adaptaci na konkrétního probanda a jeho momentální zátěž.

Objasnění výkresů

25 Na obrázku č. 1 je vyobrazeno schéma systému umístěného na probandovi při pohledu na hrud'.

Na obrázku č. 2 je vyobrazeno schéma systému umístěného probandovi při pohledu na záda.

Příklad uskutečnění technického řešení

Systém sestává z šesti senzorových elementů 4 pro snímání povrchového EKG zhotovených z vodivé tkaniny rozmístěných na povrchu těla v oblasti hrudníku, které jsou integrovány do
35 podvlekové vrstvy 1 pracovního oděvu s tím, že jsou senzorové elementy 4 propojené s jednotkou 2 zpracování signálů pomocí integrovaných svodových kabelů 3. Jednotka 2 zpracování signálů obsahuje měřicí, vyhodnocovací, komunikační a napájecí subsystém pro digitalizaci a automatickou analýzu snímaného vícesvodového EKG.

Průmyslová využitelnost

Systém pro robustní terénní snímání EKG je využitelný jako klíčová komponenta zdravotní monitorace „chytrých“ obleků pro hasiče, zdravotnické záchranáře a další členy IZS, kde umožní
45 dlouhodobou robustní monitoraci EKG signálu v medicínské kvalitě. Řešení je využitelné i jako součást bezpečnostní monitorace pro další příslušníky zátěžových profesí, jako jsou vojáci a operátoři složitých technologických zařízení. Řešení je též využitelné pro profesionální sportovce a při dlouhodobé domácí monitoraci pacientů v rámci pokročilých elektronických systémů monitorace zdravotního stavu.

NÁROKY NA OCHRANU

5 1. Systém pro robustní terénní snímání EKG, **vyznačující se tím**, že obsahuje alespoň tři senzorové elementy (4) pro snímání povrchového EKG rozmístěné na horní části trupu, přičemž všechny senzorové elementy (4) jsou svodovými kabely (3) propojeny s jednotkou (2) zpracování signálů.

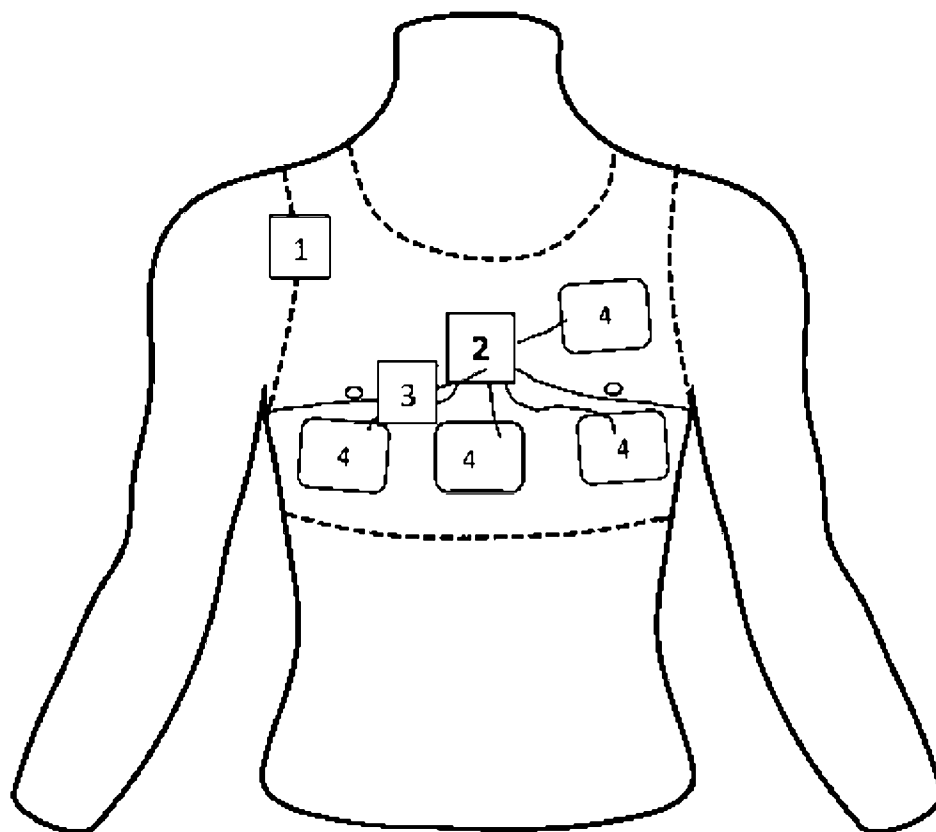
2. Systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že senzorové elementy (4) jsou integrovány do podvlekové vrstvy (1) pracovního oděvu.

10 3. Systém podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že senzorové elementy (4) jsou integrovány v hrudním pásu.

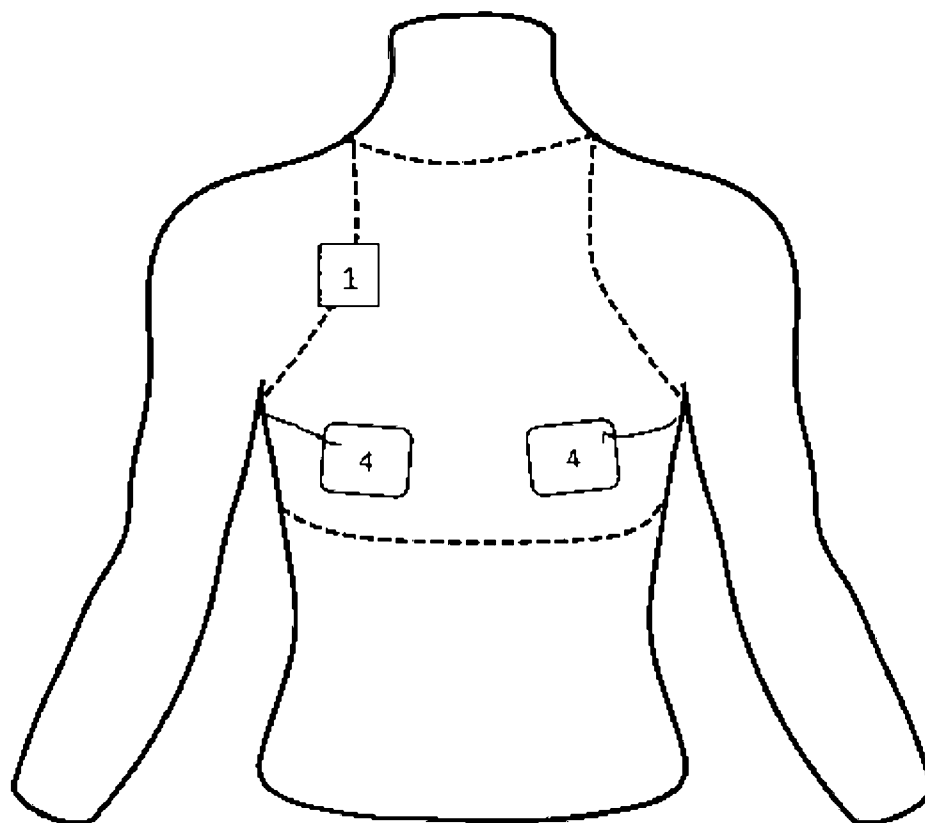
4. Systém podle kteréhokoli z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že senzorové elementy (4) jsou zhotoveny z biokompatibilního vodivého materiálu.

15 5. Systém podle nároku 4, **vyznačující se tím**, že biokompatibilní vodivý materiál je vodivá tkanina nebo chromniklová ocel.

2 výkresy



Obr. 1



Obr. 2