



České vysoké učení technické
v Praze
Fakulta biomedicínského inženýrství



Úloha KA02/č. 4:

Principy a aplikace pulzních oxymetrů

Ing. Grünes Richard, Ph.D.
(grunes@fbmi.cvut.cz)

Poděkování:

Tato experimentální úloha vznikla za podpory Evropského sociálního fondu v rámci realizace projektu „Modernizace výukových postupů a zvýšení praktických dovedností a návyků studentů oboru Biomedicínský technik“, CZ.1.07/2.2.00/15.0415.

Období realizace projektu 11. 10. 2010 – 28. 2. 2013.



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

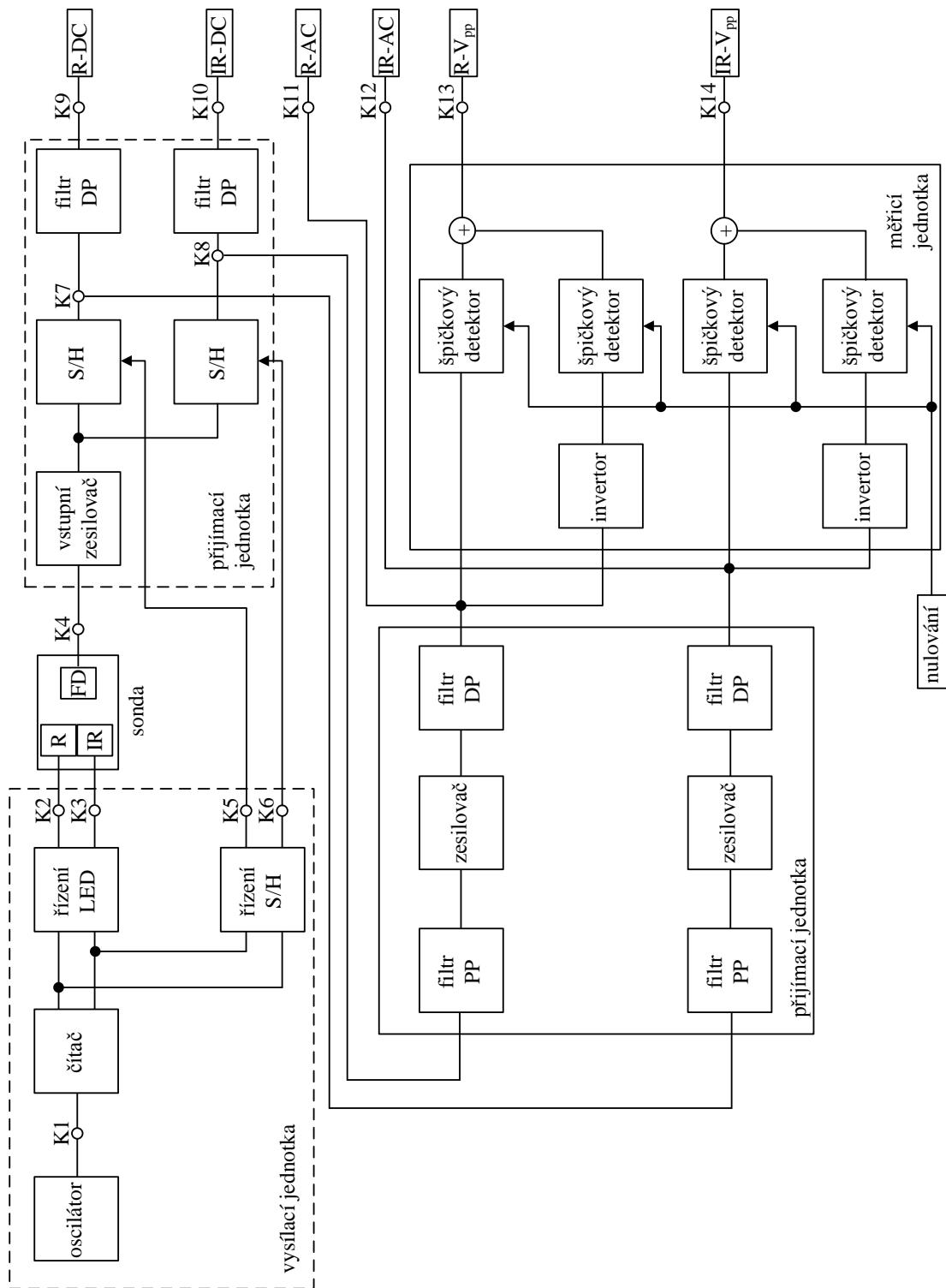
4. Principy a aplikace pulzních oxymetrů

Obsah a cíl měření

Pulzní oxymetry jsou diagnostické lékařské přístroje pomocí nichž lze monitorovat saturaci kyslíku v arteriální krvi. Jsou to přístroje založené na optickém principu, kdy světelný paprsek prochází prokrvenou tkání. Měření je úbytek intenzity světelného záření o dvou vlnových délkách, které je pohlcováno hemoglobinem obsaženým v červených krvinkách. V závislosti na zastoupení oxy-hemoglobinu a deoxy-hemoglobinu v krvi jsou obě světelná záření o rozdílných vlnových délkách pohlcována s různou mírou. Cílem měření je seznámit se s funkcí pulzních oxymetrů a ověřit jejich správnou funkci pomocí simulátoru SpO₂. Na přípravku analogového pulzního oxymetru si ověřit a proměřit řídicí a snímané signály.

Úkoly měření

1. Pomocí simulátoru SpO₂ ověřte správnost měřených hodnot u několika typů pulzních oxymetrů. Nastavené a naměřené hodnoty porovnejte a запиšte.
2. Na přípravku analogového pulzního oxymetru si pomocí osciloskopu zobrazte průběhy signálů v kontrolních bodech K1-K12, viz Obr. 4.5.
3. V kontrolních bodech K9, K10 a K13, K14 změřte velikost R/IR napětí číslicovým voltmetrem, jejich dosazením do rovnice 2 vypočítejte poměr R a z grafu na Obr. 4.4 odečtěte konkrétní hodnotu saturace.
4. Pomocí přípravku pro snímání pletysmografické křivky zobrazte na osciloskopu pletysmografickou křivku a pozorujte, jak se mění její tvar při zadržném dechu a vlivem pohybových artefaktů. Z pletysmografické křivky odečtěte velikost srdeční frekvence, průběh pletysmografické křivky si zakreslete.



Obr. 4.5: Blokové schéma přípravku – modelu analogové části pulzního oxymetru s vyznačenými kontrolními body.

Postup měření

Ad úkol 1)

POZOR: Simulátor SpO₂ napájejte ze zdroje 12 V s kladným pólem na kostře a záporným na kolíku, viz spodní strana přístroje!!!

K simulátoru SpO₂ jsou k dispozici etalony – „umělé prsty“ s různou nominální hodnotou SpO₂. Vyzkoušejte postupně připojit k simulátoru dostupné etalony a umístit na ně klipy pulzních oxymetrů se snímačem SpO₂. Pro každou hodnotu SpO₂ etalonu postupně nastavte všechny předvolby tepové frekvence na simulátoru. Porovnejte a zapište si zvolené hodnoty SpO₂ a tepové frekvence s hodnotami na pulzním oxymetru. Při nasazování klipsu pulzního oxymetru na etalony buďte trpěliví a snažte se je nasadit co možná nejpřesněji na začátek „umělého prstu“. Ukázka uspořádání simulátoru SpO₂ s nasazeným pulzním oxymetrem na etalonu je prezentována na Obr. 4.6.

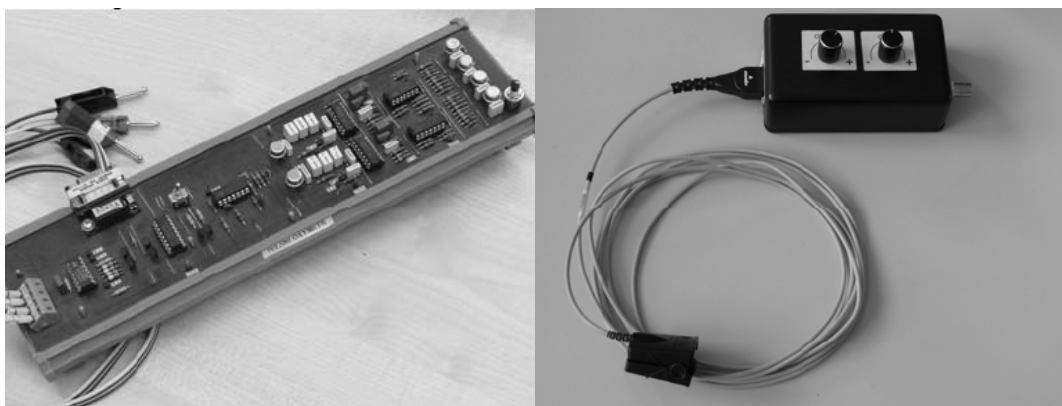


Obr. 4.6: Uspořádání simulátoru SpO₂ s testovaným pulzním oxymetrem.

Ad úkol 2)

Přípravek analogového pulzního oxymetru (Obr. 4.7 vlevo) připojte pomocí banánků na zdroj napájecího napětí +5 V a symetrického napájecího napětí ±15 V. Ke konektoru CAN 9 připojujte specializovanou sondu s klipsnou na prst. Proved'te kalibraci přípravku, přepínač v poloze 2 a klips bez vloženého prstu.. Průběhy v kontrolních bodech K11 a K12 by měly mít shodnou amplitudu (popřípadě dolad'te proměnnými odpory). Jestliže se i pak hodnoty na výstupech obou kanálů liší, obdržíme jejich poměrem korekční konstantu. Pomocí měřicí

sondy si na osciloskopu postupně zobrazte a porovnejte signály z kontrolních bodů přípravku analogového pulzního oxymetru. Jednotlivé kontrolní body mají následující význam: K1 – hodinové impulsy oscilátoru, K2, K3 – řídicí impulzy R/IR diod, K4 – signál na výstupu vstupního zesilovače, K5, K6 – řídicí signály obvodů S/H vzorkovací a paměťové obvody (sample and hold), K7, K8 – snímaný signál rozdělený do dvou kanálů, K9, K10 – DC (stejnoseměrné) složky R/IR signálu (změřte pomocí číslicového voltmetru), K11, K12 – AC (střídavé) složky R/IR signálu, K13, K14 – hodnota napětí V_{pp} AC složky R/IR signálu (změřte pomocí číslicového voltmetru). Signály z kontrolních bodů K4, K7, K8, K11 a K12 zakreslete do grafů.



Obr. 4.7: Přípravek analogové části pulzního oxymetru (vlevo) a přípravek pro snímání pletysmografické křivky (vpravo).

Ad úkol 3)

Pomocí číslicového voltmetru změřte v kontrolních bodech K9, K10 hodnoty R_{DC} a IR_{DC} – stejnosměrné složky červeného a infračerveného světelného záření a v kontrolních bodech K13, K14 hodnoty R_{AC} a IR_{AC} – střídavé složky červeného a infračerveného světelného záření. Změřené hodnoty dosadíte do (2) a vypočítejte poměr R . Z grafu na Obr. 4.4 odečtete konkrétní hodnotu saturace.

Ad úkol 4)

K přípravku pro snímání pletysmografické křivky (Obr. 7 vpravo) se připojuje specializovaná sonda s klipsnou na prst. S touto sondou je třeba zacházet velmi šetrně. Zejména se nesmí překrucovat přívodní kabel. Pokud se podíváte do klipsny, tak uvidíte měkkou výstelku a otvory pro vysílací a přijímací elektronické prvky. Na přípravku jsou

k dispozici dva potenciometry, z nichž jeden označený OFFSET umožňuje nastavit posuv celé křivky ve vertikálním směru a druhý označený GAIN, který umožňuje nastavit vhodné zesílení, aby křivka byla zobrazena v celém možném dynamickém rozsahu. Přípravek pomocí BNC vodiče připojte k osciloskopu. Na osciloskopu zobrazte pletysmografickou křivku a pozorujte, jak se mění její tvar při zadrženém dechu a vlivem pohybových artefaktů. Z pletysmografické křivky odečtete velikost srdeční frekvence, průběh pletysmografické křivky si zakreslete.

Použité přístroje a pomůcky

- Simulátor SpO₂ SPO2-2000 pulse oximetry simulator (BC Biomedical, USA)
- Přípravek - model analogové části pulzního oxymetru (ČVUT v Praze)
- Přípravek pro snímání pletysmografické křivky (ČVUT v Praze)
- Sonda pro snímání pletysmografické křivky
- Multimetr a vodiče zakončené banánkem
- Dvoukanálový osciloskop včetně 2 sond a BNC kabelu
- Regulovatelný dvojitý napájecí zdroj (2x0-30V, 1x5V) včetně 6 napájecích vodičů zakončených banánkem

Naměřené výsledky

Z laboratorní úlohy vypracujte protokol o měření. Naměřené hodnoty z úkolu 1 запиšte pro jednotlivé pulzní oxymetry do tabulek. Změřené průběhy signálů z úkolu 2 zakreslete do grafů s popisy os a odpovídajícím měřítkem. Naměřené hodnoty z úkolu 3 запиšte do tabulky a rozepište výpočet poměru R . Výslednou hodnotu SpO₂ odečtenou z převodní křivky na Obr. 4.4 připište také do tabulky naměřených hodnot. Pletysmografickou křivku z úkolu 4 zakreslete do grafu s popisy os a odpovídajícím měřítkem. Ke křivce v grafu připište důležité parametry popisující její průběh.

Závěr

V protokolu o měření se krátce vyjádřete ke každému bodu měření. Zhodnoťte naměřené výsledky a porovnejte s údaji, které uvádí výrobce v návodu k obsluze. Určete druh příložené části, s níž přístroj pracuje, třídu (elektrické) izolace a klasifikační třídu ZP.

Kontrolní otázky k dané problematice

- 1) Proč se pulzní oxymetrie nazývá právě pulzní?
- 2) Na jakém principu je založeno snímání pletysmografické křivky?
- 3) K čemu se v obvodovém zapojení analogové části pulzního oxymetru používají vzorkovací a paměťové obvody (ve zkratce S/H)?
- 4) Jaké obecné vlastnosti jsou důležité pro sondy pulzní oxymetrie?

Literatura

- [1] Design of pulse oximeters / edited by J.G. Webster. - Bristol; Philadelphia: Institut of Physics Pub., 1997, xvi. 244 s.: ISBN 0-7503-0467-7.
- [2] Gravenstein, J.S. : Gas monitoring and Pulse oximetry. Stoneham: Butterwort – Heinemann, 1990. 140 s.: ISBN 13: 9780409902617
- [3] Hozman, Jiří,. Praktika z biomedicínské a klinické techniky. Vyd. 1. V Praze: ČVUT, 2008. 154 s.: ISBN 978-80-01-03956-4 (brož.).
- [4] Silbermagl, Stefan. Atlas fyziologie člověka / 6. vyd., zcela přeprac. a rozšíř. Praha: Grada, 2004. 435 s.: ISBN 80-247-0630-X.