

УДК 004.352.2

Капаціла Р. І., аспірант

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

ЗАСТОСУВАННЯ ФОТОПЛЕТИЗМОГРАФІЇ ДЛЯ ЗЧИТУВАННЯ КАРДІОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ЛЮДИНИ

Kapatsila R.I.

APPLICATION OF PHOTOPLOTISMOGRAPHY FOR THE CALCULATION OF CARDIOLOGICAL INDICATORS OF HUMAN

Фотоплетизмографія - метод, який дозволяє визначати зміну розміру органів людини за допомогою фоточутливих елементів. Зокрема, він може використовуватися для вимірювання пульсу. В цьому випадку реєструється зміна інтенсивності світла від штучного джерела при проходженні пульсової хвилі. Як правило, для зняття показників використовуються остання фаланга пальця, мочка вуха, зап'ястя або скроня. Дуже часто принцип фотоплетизмографії застосовується в різних спортивних аксесуарах. Крім вимірювання пульсу за допомогою фотодіодів також можна вимірювати насичення крові киснем (оксигенація).

Для зчитування фотоплетизмограми потрібні джерело світла і фотоприймач. Джерелом зазвичай служить світлодіод, а приймачем - фототранзистор або фотодіод. Світло, що випромінює джерело, поглинається тілом людини. Зміна ступеню поглинання залежить від кількості крові в тій точці тіла, де знаходиться датчик. При зміні кількості крові, змінюється поглинання світла і сигнал на виході фотоприймача.

По відношенню один до одного джерело і приймач можуть розташовуватися двома способами. Ці способи називаються «на відображення» і «на просвіт». У разі «на відображення» приймач і джерело розташовуються в одній площині. Світло від джерела потрапляє на шкіру, частково поглинається і, відбиваючись, потрапляє на приймач.

У варіанті «на просвіт» джерело і приймач розташовуються по різні боки від частини тіла. Світло, що випромінює проходить палець наскрізь і потрапляє в фотоприймач.

Сигнал з фотоприймача надходить на схему посилення і фільтрації. Приклад такої схеми наведений на рисунку 1. Резистори R1 і R2 задають струм світлодіода і робочу точку фототранзистора відповідно. Конденсатор C1 прибирає постійну складову, яка виникає залежно від освітленості приміщення, де відбувається вимір. Підтягуючий резистор R3 зсуває напругу в позитивну область, так як підсилювач однополярний. Напруга зсуву подається також в зворотний зв'язок підсилювача, щоб уникнути насичення. Після посилення сигнал надходить на ще один розділовий каскад, щоб остаточно прибрати напругу зсуву. Потім відбувається оцифрування даних за допомогою АЦП. Ця схема є поширеною, але не єдиною.

Попри простоту схеми та її поширеність — існує цілий ряд параметрів котрі сильно впливають на точність даних. Серед них також такі чинники:

1. відсутність артефактів;
2. наявність вираженої пульсової хвилі в точці реєстрації;
3. конструкція чутливого елемента.

Розглянемо проблему наявності артефактів у досліджуваних сигналах.

Артефакт - не відноситься до корисної складової зміни форми сигналу, проте спектрально і амплітудно схожий з ним.

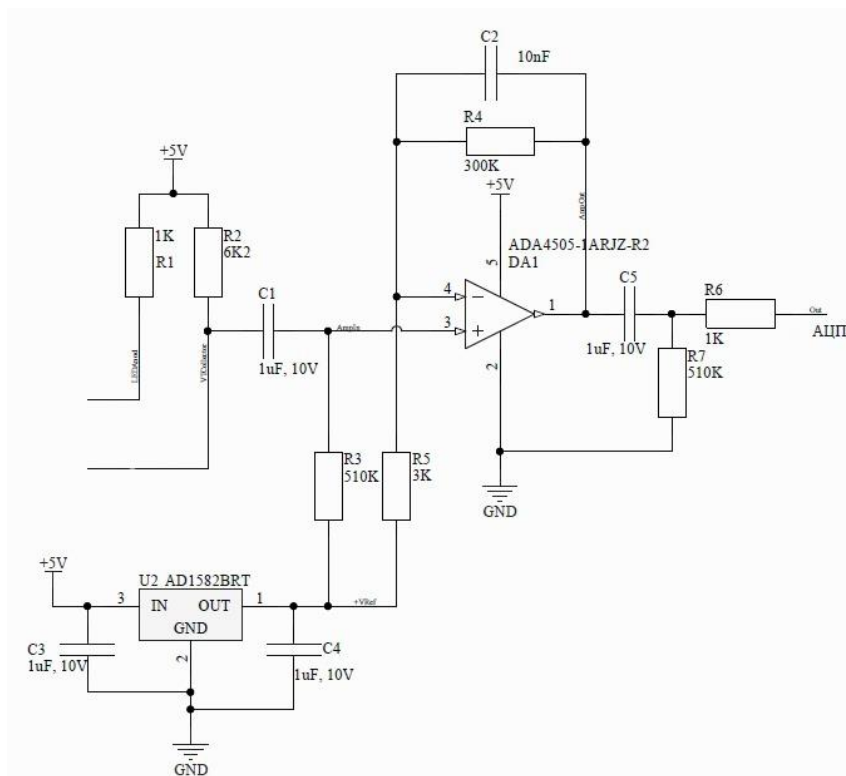


Рисунок 1. Принципова схема вимірювального приладу

Існують такі основні джерела артефактів:

1. пересування людини, що використовує фотоплетизмографію, відносного джерела освітлення, природного або штучного, наприклад, переміщення тіні від сонця під час занять спортом;
2. пересування джерела світла щодо людини або зміна яскравості цього джерела. Наприклад, мерехтіння люмінесцентних ламп;
3. дії, які не пов'язані з вимірюванням пульсу але при цьому спричиняють рух фотоплетизмографа або точок тіла в тому місці, де встановлений чутливий елемент. Наприклад, рухи передпліччя, що виникають при рухах пальцями, рухи кісток голови, пов'язані з промовою і мімікою.

Крім артефактів якість вимірювання пульсу залежить від вираженості пульсової хвилі. У однієї і тієї ж людини пульс може бути виражений дуже добре і дуже погано. У якості прикладу можна навести спостереження за зміною пульсу під час тригодинного комп'ютерного психо-фізіологічного тестування. Вимірювання пульсограми проводилося з мочки вуха. При цьому сигнал погіршувався з плином часу. Це може відбуватися досить швидко - за півгодини, і пов'язано з тим, що вушна кліпса погіршує кровотік, а також з вимушеною нерухомістю випробуваного.

Схожа ситуація спостерігається при вимірюванні пульсу з фаланги пальця. Зміна температури в приміщенні або легка зміна пози людини і викликане цим зміщення точки реєстрації на невелику відстань, що може привести до зниження рівня сигналу або зовсім до його зникнення.

При вимірюванні пульсу з скроні проблема відсутності сигналів загострюється. Площа скроні більше площі пальця, важче знайти точку, в якій пульс краще виявлений, і більша ймовірність, що користувач одягне датчик неправильно.

В цілому фотоплетизмографія є дуже простим та доступним способом кардіодіагностики, проте він володіє цілим рядом недоліків та особливостей що суттєво ускладнює його застосування для високоточних вимірювань.