

Винахід відноситься до медичної техніки і призначений для автоматичного виміру артеріального тиску крові.

Спосіб вимірювання артеріального тиску заснований на тому, що створюють зовнішній, перемінний компенсуючий тиск на артерію, порівнюючи зовнішній тиск з артеріальним тиском крові, а при рівності останніх, по реакції датчика, артеріальний тиск визначають по зовнішньому компенсуючому тиску [1].

Відомий сфігмоманометр [2], що містить манометр, фонендоскоп, гумову манжету з чохлам із щільної тканини і нагнітальну грушу з повітряними клапанами, трійником і стравлюючим гвинтовим вентилям.

Істотним недоліком відомого сфігмоманометра є допустимість суб'єктивних помилок при вимірах як систолічного (максимального), так і діастолічного (мінімального) тиску крові в артерії, що зв'язано з наявністю суб'єкта в контурі виміру (зчитування інформації), а останній може мати ослаблений слух, чи відвернутися, втомитися і т.д.

Відомий сфігмоманометр [3], що містить еластичну камеру, компресор, з'єднаний пневмопроводом з еластичною камерою, манометр, з'єднаний пневмопроводом з еластичною камерою, датчик (мікрофон), підсилювач струму, з'єднаний електрично з виходом датчика, і індикатор, що включає шкалу та дві аретувані вказівні стрілки, з'єднані кінематично з манометром (манометричною трубкою), причому, перша зі стрілок виводиться із зачеплення з кінематичним ланцюгом і аретується електромагнітом, електрично з'єднаним з виходом підсилювача струму.

Недоліки відомого сфігмоманометра - наявність істотних нелінійностей через пневматичні і механічні вузли і зв'язки блоків пристрою, що обумовлюють його обмежену точність і надійність в роботі.

Відомий сфігмоманометр [4], що містить блок реєстрації, датчик об'ємних пульсацій артерії, вимірювальний ланцюг, суматор, з'єднаний з підсилювачем, підключеним через зворотний перетворювач, у складі соленоїда на постійному магніті в якості сердечника і котушки, мембрани, магнітодроту, штока та упора, до датчика об'ємних пульсацій артерії, послідовно з'єднані задатчик часу корекції і блок вибірки і збереження, вхід якого підключений до виходу підсилювача і до входу блоку реєстрації, а вихід - до другого входу суматора.

Недоліки відомого сфігмоманометра - низька роздільна здатність (точність), що обумовлено наявністю нелінійних аналогових вузлів - датчика, вимірювального ланцюга, підсилювача струму, вузлів вибірки і збереження, порівняння і реєстрації, а як наслідок, і обмежена надійність у роботі, що обумовлено як наявністю значного числа аналогових вузлів, так і варіюємістю оптичної щільності м'яких тканин кінцівки в місці розташування артерії, при використанні в якості датчика оптопар з відкритим оптичним каналом, а також складність реалізації блоку реєстрації при введенні в нього інформації як про верхні, так і про нижні значення, по єдиному інформаційному каналі.

Задача винаходу - створення апаратних засобів автоматичного виміру артеріального тиску підвищеної точності і надійності в роботі.

Технічний результат складається в підвищенні точності і надійності в роботі за рахунок заміни аналогових вузлів на їхні дискретні (цифрові), в т.ч. датчика і вимірювального ланцюга, а також поділу каналів інформації про верхнє і нижнє значення артеріального тиску.

Технічний результат забезпечується тим, що в сфігмоманометр, який містить датчик, блок реєстрації і зворотний перетворювач, включає постійний магніт в якості сердечника соленоїда магнітопровід мембрану, котушку соленоїда, шток, жорстко з'єднаний з мембраною і котушкою соленоїда, і упор, введені генератор тактових імпульсів, перший елемент І, з'єднаний першим входом з виходом генератора імпульсів, лічильник імпульсів, з'єднаний лічильним (інформаційним) входом з виходом першого елемента І, перша і друга групи елементів І, з'єднаних першими входами розрядами з виходами лічильника імпульсів, перший тригер, з'єднаний лічильним входом з виходом датчика, другий елемент І, з'єднаний першим входом з виходом датчика, а другим входом з одиничним виходом першого тригера, другий тригер, з'єднаний одиничним входом з виходом другого елемента І, а нульовим виходом із другим входом першого елемента І, перший формувач імпульсів, з'єднаний входом з одиничним виходом першого тригера, а виходом із другими входами першої групи елементів І, виходи якої розрядами з'єднані з першою групою інформаційних входів блоку реєстрації, другий формувач імпульсів, з'єднаний входом з одиничним виходом другого тригера, а виходом із другими входами другої групи елементів І, цифроаналоговий перетворювач (ЦАП), з'єднаний входами розрядами з виходами лічильника імпульсів, а виходом - із входом зворотного перетворювача, перший елемент затримки, з'єднаний входом з виходом другого формувача імпульсів, а виходом з входами обнуління лічильника імпульсів і першого і другого тригерів, і другий елемент затримки, з'єднаний входом з виходом першого елемента затримки, а виходом із входом обнуління блоку реєстрації, причому, датчик являє собою п'єзоперетворювач. а блок реєстрації включає перший регістр пам'яті, з'єднаний інформаційними (встановлювальними) входами розрядами з першою групою інформаційних входів блоку реєстрації, з виходами першої групи елементів І, а входом обнуління з входом обнуління блоку реєстрації, з виходом другого елемента затримки, перший індикатор, з'єднаний входами розрядами з виходами першого регістра пам'яті, другий регістр пам'яті, з'єднаний інформаційними входами розрядами з другою групою інформаційних входів блоку реєстрації, з виходами другої групи елементів І, а входом обнуління з входом обнуління блоку реєстрації, з виходом другого елемента затримки, і другий індикатор, з'єднаний розрядами входами з виходами другого регістра пам'яті.

Тобто, пропонуємий сфігмоманометр відрізняється від відомого наявністю дискретного датчика (п'єзоелектричного), цифрового вимірювального ланцюга і двохканального блоку реєстрації, що забезпечує підвищення точності і надійності в роботі і однозначному представленні інформації про верхні і нижні значення артеріального тиску крові паралельно в часі, а, отже, відрізняється новизною, позитивним технічним ефектом, можливістю тиражування на сучасній елементній базі і застосовністю (корисністю) для цілей контролю й аналізу артеріального тиску крові організму людини в медичних умовах і в побуті.

Схема електронного сфігмоманометра приведена на фіг.

Сфігмоманометр містить датчик 1 пульсу, виконаний на п'єзоелементі, блок 2 реєстрації, зворотний

перетворювач 3, що включає постійний магніт, в якості сердечника соленоїда, котушку соленоїда, мембрану, шток, механічно жорстко з'єднаний з котушкою соленоїда і з мембраною, упор, генератор 4 тактових імпульсів, перший елемент І 5, з'єднаний першим входом з виходом генератора 4 імпульсів, лічильник 6 імпульсів, з'єднаний лічильним (інформаційним) входом з виходом елемента І 5, другий елемент І 7, з'єднаний першим входом з виходом датчика 1, перший тригер 8, з'єднаний одиничним входом з виходом датчика 1, а одиничним виходом із другим входом другого елемента І 7, другий тригер 9, з'єднаний одиничним входом з виходом елемента І 7, а нульовим виходом із другим входом елемента І 5, перший формувач 10 імпульсів, з'єднаний входом з одиничним виходом тригера 8, другий формувач ІІ імпульсів, з'єднаний входом з одиничним виходом тригера 9, цифроаналоговий перетворювач (ЦАП) 12, з'єднаний входами розрядами з виходами лічильника 6 імпульсів, а виходом із виходом зворотного перетворювача 3, першу групу 13 елементів І, з'єднаних першими входами розрядами з виходами лічильника 6 імпульсів, другими входами з виходом формувача 10 імпульсів, а виходами - розрядами з першою групою інформаційних входів блоку 2 реєстрації, другу групу 14 елементів І, з'єднаних першими входами розрядами з виходами лічильника 6 імпульсів, другими входами з виходом формувача 11 імпульсів, а виходами розрядами з другою групою інформаційних входів блоку 2 реєстрації, перший елемент 15 затримки, з'єднаний входом з виходом формувача 11 імпульсів, а виходом із входами обнуління лічильника 6 імпульсів і тригерів 8 і 9, і другий елемент 16 затримки, з'єднаний входом з виходом елемента 15 затримки, а виходом із входом обнуління блоку 2 реєстрації. Блок 2 реєстрації містить перший 17 і другий 18 регістри пам'яті, з'єднані інформаційними (встановлювальними) входами розрядами з першою і другою, відповідно, групами інформаційних входів блоку 2 реєстрації, а входами обнуління - із входом обнуління блоку 2 реєстрації, і перший 19 і другий 20 індикатори, з'єднані розрядами з виходами регістрів 17 і 18 відповідно.

Сфігмоманометр працює наступним чином.

Датчик 1 пульсу серця виконаний на п'єзоелементі і може бути вмонтований в шток або упор зворотного перетворювача 3, а може бути і виносним, причому він генерує імпульси високого потенціалу по одному на кожен імпульс артеріального тиску при його рівності зовнішньому компенсуючому тиску. У вихідному стані лічильник 6, тригери 8 і 9 і регістри 17 і 18 обнулені, а на виході ЦАП 12 - нульовий (або максимальний) потенціал, в котушці соленоїда перетворювача 3 нульовий (або максимальний) струм. При нульовому значенні струму в котушці соленоїда (в її знеструмленому стані), котушка, мембрана та упор знаходяться в початковому вільному стані, обумовленому вихідним станом мембрани. Ланцюги початкового (вихідного) обнуління пристрою на кресленні не показані. При струмі в котушці відмінному від нульового значення її положення в просторі (у напрямку осі соленоїда), а разом з нею і мембрани зі штоком, змінюється і залежить від значення струму, коерцитивної сили постійного магніту і жорсткості мембрани. При обнуленні одиничного виході тригера 9 елемент І 5 по другому вході відкритий і імпульси з виходу генератора 4 через елемент І 5 надходять на лічильний вхід лічильника 6. Стан його виходів дискретний в часі, з періодом $1/f$, де f частота імпульсів на виході генератора 4, змінюється на одну дискрету (одиницю), у результаті чого і стан виходу ЦАП 12, а, отже, і значення струму I_y в котушці соленоїда перетворювача 3 змінюється. За повний цикл роботи лічильника 6 пілоподібно від нуля до максимуму (або навпаки) змінюється і положення котушки, мембрани і штока, але тоді пілоподібно змінюється і сила спрямована вбік упора. Розташована між штоком і упором нігтьова фаланга О пальця пацієнта піддається механічному впливу по пілоподібному в часі закону (графіку). При зміні напруги і струму I_y у котушці соленоїда його передатна функція визначається по

$$W(s) = X_{\text{вих}}(s)/U_{\text{вх}}(s) = K_c[(1+sT_e)(1+T_2s+T_1s)],$$

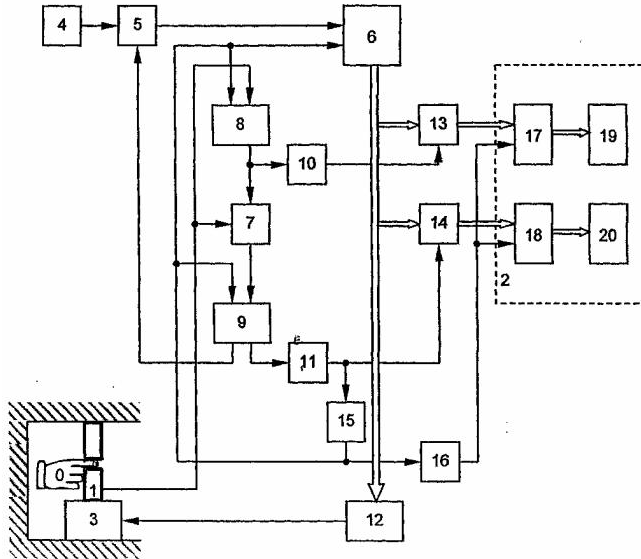
де $X_{\text{вих}}$ - переміщення котушки, $T_e = L_e/R_0$ - постійна часу електромагніта, R_0 , L_0 - активний опір і індуктивність котушки соленоїда, що відповідають її початковому положенню, $T_1 = \sqrt{mk_n}$ (m - маса рухливих частин, k_n - жорсткість мембрани); $T_2 = K_d/K_n$ (K_d - коефіцієнт демпфірування); $K_c = 2k_0/(K_n R_0)$ - коефіцієнт передачі соленоїда (k_0 - коефіцієнт пропорційності між силою F електромагніта і струмом I_y в котушці). Ця сила через шток впливає на палець і створює тиск на артерію $P(t) = F(t)/S$, де S - площа поперечного перерізу штоку. На виході датчика 1 генеруються короткі імпульси високого потенціалу при $\Delta P(t) = 0$, має екстремум реакції датчика 1, що і фіксується на його виході. По першому імпульсі з виходу датчика 1 при $P_a = P_{\text{аб}} = P_b(t) \neq 0$ (або при $P_a = P_{\text{аб}} = P_b(t) = 0$) тригер 8 переводиться в одиничний стан (з врахуванням його інерційності), на його одиничному виході встановлюється постійний високий потенціал, переднім фронтом якого формувач 10 генерує на своєму виході короткий імпульс високого потенціалу, при цьому група 13 елементів І відкривається і вміст лічильника 6 $N_1 = P_{\text{аб}} (= P_{\text{ан}})$ фіксується регістром 17 і індукується (відображається) індикатором 19. Так як на виході ЦАП 12 має місце пілоподібний потенціал, то і струм у котушці соленоїда пілоподібний, а тоді $F(t)$ і $P_a(t)$ пілоподібні. Але тепер знову $\Delta P \neq 0$, тоді як верхнє (нижнє) значення артеріального тиску вже зафіксовано в регістрі 17. В міру зміни вмісту лічильника 6 змінюються $F(t)$ і $P_b(t)$, а з настанням другого моменту виконання умови $\Delta P = 0$ на виході датчика 1 генерується короткий імпульс високого потенціалу, яким через елемент І 7 тригер 9 переводиться в одиничний стан, елемент І 5 закривається, лічильник 6 зупиняється, а по передньому фронту високого потенціалу з одиничного виходу тригера 9 формувачем 11 генерується короткий імпульс високого потенціалу, яким вміст N_2 лічильника 6 фіксується в регістрі 18 пам'яті, але $N_2 = P_{\text{аб}} (= P_{\text{ан}})$. З затримкою в часі τ_1 на виході елемента 15 затримки генерується імпульс високого потенціалу, яким обнуляються лічильник 6 і тригери 8 і 9. У блоці 2 реєстрації зафіксовані поточні значення верхнього $P_{\text{аб}}$ (у регістрі 17) і нижнього $P_{\text{ан}}$ (в регістрі 18) значення артеріального тиску. Надалі цикл контролю-виміру починає повторюватися, але з затримкою за часом τ_2 на виході елемента 16 затримки генерується імпульс, яким обнуляються регістри 17 і 18 пам'яті. Зміст регістрів 17 і 18 відображається індикаторами 19 і 20 відповідно.

Єдиним джерелом похибки електронного сфігмоманометра, не вважаючи наслідків втрати тиску в тканинах кінцівки, є його аналоговий і нелінійний вузол - зворотний перетворювач 3. Перевагою

електронного сфігмоманометра є те, що артерія фаланги пережимається тільки періодично, чим забезпечується можливість тривалої реєстрації кривої зміни артеріального тиску, як систолічного, так і діастолічного.

Джерела інформації:

1. Вальдман В.А. Венозное давление и венозный тонус, 2-ое изд., - Л.: Медицина, 1947.
2. Эман А.А. Биофизические основы измерения артериального давления. - Л.: Медицина, 1983.
3. Gauge blood pressure «GQ-721», USA, 1987.
4. Патент РФ №2048789, А61В5/022, б. 33. 1995.



Фиг.