

Изобретение относится к технике акустического контроля и может быть использовано для измерения скорости звука в жидких средах.

Наиболее близким к заявляемому устройству по технической сущности и достигаемому результату является устройство для измерения скорости звука, содержащее последовательно соединенные генератор и усилитель импульсов, выполненные по общей схеме в виде мультивибратора, пьезоэлектрический преобразователь и находящийся на фиксированном расстоянии от него отражатель.

В устройстве-прототипе скорость звука.

Определяется путем измерения частоты.

следования импульсов на выходе мультивибратора с помощью стандартных электронно-счетных частотомеров, например, прибором 43-44. Получаемая при этом относительная погрешность измерения частоты δ_f , а следовательно, и относительная погрешность измерения скорости звука δ_c оказываются взаимосвязанными с временем счета $t_{сч}$. (см. формулу [Ф "Частотомер электронно-счетный 43-44". Техническое описание и инструкция по эксплуатации 2.721.030 ТО. - М.: Машприборинторг СССР, Внешторгиздат, Изд. N; 18923 ЭС. - с. 3 - 4), а именно

$$\delta_c = \delta_f = \pm \left(\left| \delta_{кв} = \frac{1}{f_{изм} \cdot t_{сч}} \right| \right) \quad (1)$$

где $\delta_{кв}$ - относительная погрешность частоты внутреннего генератора или частоты внешнего источника опорного сигнала, используемого вместо внутреннего кварцевого генератора;

$f_{изм}$ - значение измеряемой частоты, кГц;

$t_{сч}$ - время счета, мс.

Как видно из формулы (1), для повышения точности измерений необходимо увеличивать время счета $t_{сч}$, что в свою очередь приводит к уменьшению быстродействия и отрицательно сказывается на точности измерений скорости звука в быстропротекающих процессах.

В основу настоящего изобретения поставлена задача создания устройства для измерения скорости звука, а именно привносимыми изменениями в функциональную схему устройства, в которой бы устранялась взаимосвязь достижимой относительной погрешности измерений и временем счета.

В результате осуществления изобретения получен следующий технический эффект:

- преобразован сигнал, поступающий с выхода мультивибратора в строб-импульс за счет деления частоты исходных импульсов, что дало возможность заполнить их импульсами высокой частоты от внешнего задающего генератора и получить код, пропорциональный временному интервалу, исключив тем самым взаимосвязь времени счета с погрешностью измерений, и повысив при этом точность измерений в быстропротекающих процессах.

Эта задача решается устройством для измерения скорости звука, содержащим последовательно соединенные мультивибратор, пьезоэлектрический преобразователь и отражатель, согласно изобретению, оно снабжено последовательно соединенными время-импульсным преобразователем, подключенным к выходу мультивибратора, интерфейсом ввода-вывода, первые информационные выходы которого соединены с индикатором, а вторые - с микрозвм, при этом время-импульсный преобразователь выполнен из последовательно соединенных делителя частоты, вход которого является входом время-импульсного преобразователя, схемы совпадений, ко второму входу которой подключен выход генератора высокочастотных импульсов, и счетчика, выход которого является выходом время-импульсного преобразователя.

Совокупность всех существенных признаков предлагаемой конструкции устройства для измерения скорости звука, включая отличительные, а именно введение в схему устройства последовательно соединенных время-импульсного преобразователя, входом подключенного к выходу мультивибратора, интерфейсом ввода-вывода, первые информационные выходы которого соединены с индикатором, а вторые - с микро-ЭВМ, где время-импульсный преобразователь выполнен в виде последовательно соединенных делителя частоты, схемы совпадений, второй вход которой подключен к выходу генератора высокочастотных импульсов, и счетчика, позволяет за счет преобразования периода следования импульсов с выхода мультивибратора в код устранить взаимосвязь относительной погрешности измерений с временем счета и тем самым повысить быстродействие и точность измерений.

Суть преобразования периода следования импульсов в код заключается в следующем.

Выходной сигнал мультивибратора с периодом следования $T(t)$ умножается на коэффициент деления $K > 1$. В результате можно сформировать длительность импульса, численно равной времени счета

$$\tau(K, t) = KT(t), \quad (2)$$

где t - время.

Импульс длительностью $\tau(K, t)$ является разрешающим для подсчета в счетчике числа импульсов $N(t)$ высокочастотного сигнала с частотой $F_{от} \gg 1/T(t)$. В результате за время счета $t(K, t)$ число импульсов $N(t)$ будет равно

$$N(t) = KT(t)F_{\text{оп}} \quad (3)$$

Учитывая, что период следования импульсов $T(t)$ на выходе мультивибратора определяется как

$$T(t) = 2l/C(t), \quad (4)$$

где l - расстояние между отражателем и пьезоэлектрическим преобразователем;
 $C(t)$ - скорость звука в исследуемой среде.

Решая совместно (3) и (4), получим уравнение для измерения скорости звука

$$C(t) = \frac{2 K l F_{\text{оп}}}{N(t)} \quad (5)$$

Скорость звука по формуле (5) вычисляется в микроЭВМ и выдается на индикатор в реальном времени.

Найдем предельную относительную погрешность измерений скорости звука δ_c при использовании время-импульсного преобразователя.

При изменении скорости звука $C(t)$ на величину ΔC изменение показаний счетчика составит величину ΔN . Величину ΔN можно найти из уравнений (3) и (4), а именно

$$N(t) + \Delta N = \frac{2 K l F_{\text{оп}}}{C_0} + \frac{2 K l F_{\text{оп}} \Delta C}{C_0^2},$$

откуда

$$\Delta N = \frac{2 K l F_{\text{оп}}}{C_0} \cdot \delta_c, \quad (6)$$

где C_0 - среднее значение скорости звука.

Учитывая, что точность счета в микро-ЭВМ составляет $\Delta N = 1$ из (6), получим

$$\delta_c = 1/KT(t)F_{\text{оп}} \quad (7)$$

Из (7) следует, что при использовании время-импульсного преобразования относительная погрешность измерения δ_c может быть уменьшена путем увеличения частоты F , т.е. оказывается не связана с быстродействием, что доказывает эффективность предлагаемого решения.

На фиг.1 представлена функциональная схема предлагаемого устройства; на фиг.2 - вариант выполнения время-импульсного преобразователя.

Устройство для измерения скорости звука (фиг.1) содержит последовательно соединенные мультивибратор 1, пьезоэлектрический преобразователь 2 и находящийся на фиксированном расстоянии от него отражатель 3, время-импульсный преобразователь 4, интерфейс 5 ввода-вывода, микроЭВМ 6 и индикатор 7.

Время-импульсный преобразователь 4 (фиг.2) состоит из делителя 8 частоты, схемы 9 совпадений, генератора 10 высокочастотных импульсов и счетчика 11. Вход делителя 8 частоты подключен к выходу мультивибратора 1. Выход делителя 8 частоты подключен к первому входу схемы 9 совпадений, а ко второму входу схемы 9 совпадений подключен выход генератора 10 высокочастотных импульсов. Выход схемы 9 совпадений подключен к счетному входу счетчика 11. Информационные выходы счетчика 11 подключены к информационным линиям интерфейса 5 ввода-вывода.

Устройство для измерения скорости звука работает следующим образом.

После включения питания на выходе мультивибратора 1 появляется импульсный сигнал $X(t)$ с периодом следования $T(t) = 2l/C(t)$.

Выходной сигнал $X(t)$ мультивибратора 1 поступает на вход делителя 8 частоты с коэффициентом деления K , на выходе которого формируется строб-импульс $X_k(t)$, открывающий на время $\tau(K,t) = KT(t)$ схему 9 совпадений для прохождения на вход счетчика 11 высокочастотного сигнала $Z(t)$ с выхода генератора 10 высокочастотных импульсов с частотой $F_{\text{оп}} \gg [T(t)]^{-1}$. В результате на информационных выходах счетчика 11 за время счета $\tau(K,t) = KT(t)$ будет зарегистрирован код

$$N(t) = KT(t)F_{\text{оп}} = \frac{2 K l F_{\text{оп}}}{C(t)}. \quad (8)$$

Код $N(t)$ по командам от микроЭВМ 6 через интерфейс 5 ввода-вывода считывается в память и проводится вычисление скорости звука $C(t)$ по формуле

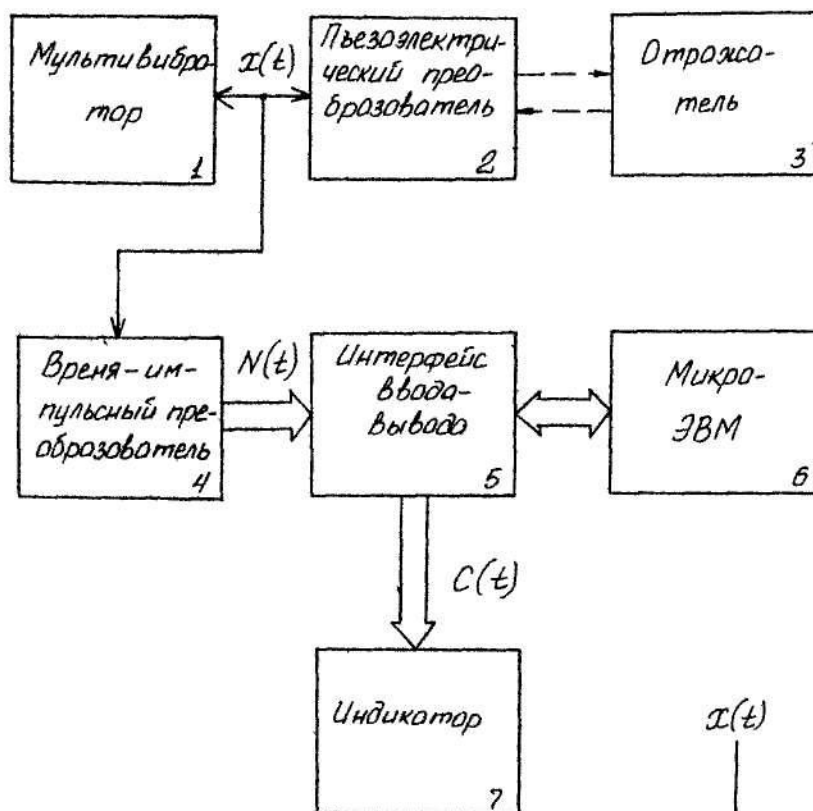
$$C(t) = A/N(t), \quad (9)$$

где $A = 2KlF_{\text{оп}}$ - константа, хранящаяся в памяти микроЭВМ.

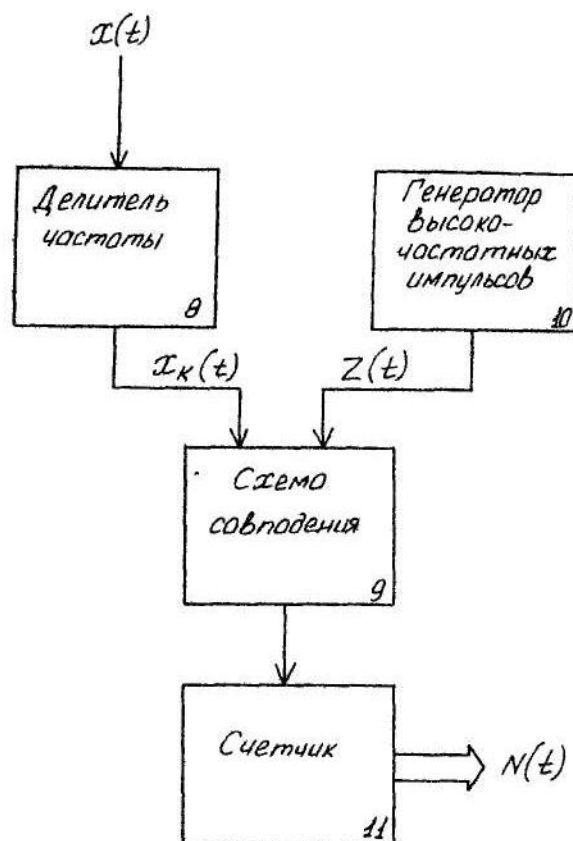
По окончании процесса вычислений от микроЭВМ 6 по командам через интерфейс 5 ввода-вывода на индикатор 7 выдается информация об измеряемой скорости звука в реальном масштабе времени.

В предлагаемом устройстве скорость звука определяется в микроЭВМ путем осреднения импульсов с выхода мультивибратора на основе время-импульсного преобразования, причем быстроедействие оказывается не связанным с точностью измерений.

Наиболее успешно предлагаемое устройство для измерения скорости звука может быть использовано в практике океанологических исследований для изучения мелкомасштабной пространственно-временной изменчивости скорости звука, изучения характера движения объектов в жидких средах; в других областях науки и техники, где необходимо измерение скорости звука, например при исследовании тепломассообменных процессов в расходомерии и др.



Фиг 1



Фиг 2