

Изобретение относится к измерительной технике, а точнее к устройствам преобразования физической величины в частотно-модулированный сигнал. Оно предназначено для использования в цифровых датчиках физических величин.

Известен измерительный генератор, в котором собственные колебания возбуждаются в электромагнитных системах. Это техническое решение наиболее близко к заявляемому и выбрано в качестве прототипа. Устройство состоит из объемного диэлектрического резонатора, последовательно соединенных возбuditеля электромагнитного поля, приемника электромагнитных колебаний и усилителя, выход которого служит выходом генератора и соединен со входом возбuditеля, образуя цепь положительной обратной связи.

Устройство работает следующим образом.

Подключение напряжения питания к усилителю вызывает усиление напряжения тепловых шумов, присущих электронным усилительным элементам, например транзисторам. На выходе усилителя имеют место скачкообразные изменения тока. Скачки выходного тока усилителя преобразуются возбuditелем в скачкообразные изменения электромагнитного поля, которое возбуждает собственные колебания в диэлектрическом резонаторе. Приемник электромагнитных колебаний передает собственные колебания через усилитель на возбuditеля с положительной обратной связью. Поэтому на вход диэлектрического резонатора попадают усиленные собственные колебания. Процесс установления собственных колебаний закончится, когда потери генерируемого сигнала на собственной частоте резонатора станут равны потерям во внешних цепях усилителя. Чтобы получить модулированный по частоте выходной сигнал генератора изменяют параметры резонатора, например, путем ввода в диэлектрический резонатор материала, диэлектрическую проницаемость которого нужно измерить. По изменению частоты генератора судят о величине диэлектрической проницаемости. В устройстве используется диэлектрический объемный резонатор.

Собственные колебания диэлектрических резонаторов находятся в области сверхвысоких частот. Поэтому точные измерения частоты затруднительны, так как требуются уникальные по быстродействию счетчики импульсов, либо преобразователи частоты, что связано с большими аппаратными затратами и низкой скоростью измерений. Девиация частоты мала, поскольку модуляция параметров резонатора выполняется за счет заполнения диэлектриком полостей в резонаторе, а не за счет изменения его габаритных размеров. Кроме того, такие генераторы строятся с применением сверхвысококачественных усилителей, что затрудняет их широкое техническое применение. Возможности измерения физических величин ограничены лишь диэлектрической проницаемостью и углом потерь диэлектрических материалов.

В основу изобретения поставлена задача создать такой измерительный генератор, в котором новое выполнение резонатора,

возбuditеля и приемника позволило бы обеспечить большую девиацию частоты в низкочастотной области электромагнитных колебаний, в которой частота измеряется квантованием ее периода, а не подсчетом количества импульсов на фиксированном интервале времени, а также расширить возможную модуляцию собственной частоты измерительного генератора и за счет этого увеличить количество измеряемых физических величин.

Поставленная задача решается тем, что измерительный генератор содержит последовательно соединенные возбuditеля электромагнитного поля, объемный резонатор, приемник электромагнитных колебаний и усилитель, выход которого соединен со входом возбuditеля электромагнитного поля и является выходом генератора, объемный резонатор выполнен в виде сплошной металлической пластины, расположенной в одном из двух зазоров магнитопровода возбuditеля электромагнитного поля, а приемник состоит из двух встречно включенных катушек, расположенных на магнитопроводе возбuditеля и разделенных между собой дополнительной магнитопроводной перемычкой.

На чертеже (фиг.) приведена схема предлагаемого устройства.

Измерительный генератор содержит последовательно соединенные объемный металлический резонатор 3, возбuditеля электромагнитного поля в виде магнитопровода 1 с катушками возбуждения 2, приемник электромагнитных колебаний в виде двух встречно включенных катушек 4, разделенных магнитопроводной перемычкой 5, а также усилитель 6, выход которого служит выходом генератора и соединен со входом возбuditеля электромагнитного поля, образуя цепь положительной обратной связи.

Измерительный генератор работает следующим образом,

Предположим, что резонатор 3 выведен за пределы зазора магнитопровода 1 и не попадает в зону поля рассеивания зазора. На входе усилителя 6 с большим коэффициентом усиления существует напряжение теплового шума. Поскольку коэффициент усиления большой, то усиленное напряжение шума переключает входной элемент (транзистор) усилителя из открытого состояния в закрытое. Поэтому на выходе усилителя существует случайный переключательный процесс, который характеризуется потоком импульсов тока произвольной длительности. Такие импульсы тока поступают в последовательно соединенные катушки возбуждения 2 и создают в магнитопроводе 1 соответствующее току магнитное поле. Катушки 4 приемника сигналов идентичны и связаны с одинаковым потоком в магнитопроводе 1. Поэтому их выходное напряжение равно нулю и нулевой режим на входе усилителя 6 не изменится.

Введем резонатор 3 в виде сплошной металлической пластины в один из зазоров магнитопровода 1. В момент поступления импульса тока в обмотки 2 нормальная составляющая магнитного поля к поверхности металлической пластины вызывает в последней вихревой ток, который со скоростью распространения электромагнитного поля в

металле пластины будет проникать на всю ее толщину. Поле вихревого тока замыкается магнитопроводом 1 и перемычкой 5, благодаря которой магнитный поток резонатора 3 не будет восприниматься катушкой 4, примыкающей к зазору магнитопровода, в котором отсутствует металлический элемент, а сигнал, индуцированный вихревыми токами, поступает на вход усилителя 6.

Поскольку амплитуда напряжения в катушке 4, расположенной в зоне резонатора 3, значительно превосходит уровень шумов усилителя, то процесс переключения его выходного элемента (транзистора) будет определять напряжением сигнала, снимаемого с резонатора 3 и проходящего по цепи положительной обратной связи.

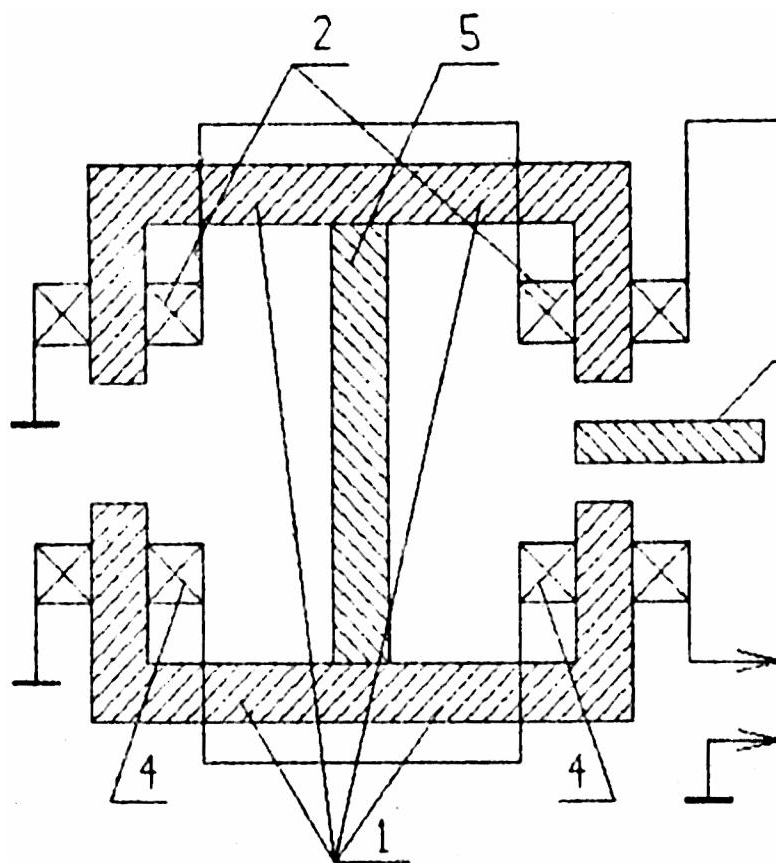
Рассмотрим форму напряжения, индуцируемого вихревыми токами. Переключающийся элемент (транзистор) усилителя включает ток катушек 2, создавая изменяющееся магнитное поле в магнитопроводе 1. В момент нарастания и спада тока поверхностные слои металлической пластины 3 оказываются под воздействием импульса ЭДС в соответствии с вторым законом Максвелла.

Рассмотрим цепь вихревого тока с позиций электрической цепи с распределенными параметрами проводимости, индуктивности и емкости. Очевидным является наличие проводимости и индуктивности, поскольку первое экспериментально подтверждается конечной величиной амплитуды вихревого тока, а второе - наличием магнитного поля, создаваемого контуром вихревого тока. Наличие емкости подтверждается анализом отклика цепи вихревого тока на импульсное воздействие. Экспериментально установлено, что форма ЭДС, индуцируемая в катушках 4, соответствует форме колебаний в апериодическом RLC-контуре. Такой отклик имеет форму двухполярного сигнала, причем время перехода через нуль определяется частотой собственных колебаний контура, которая связана с величиной RLC. Кроме того, экспериментально установлено, что время изменения полярности сигнала зависит не только от размера проводящей пластины, расположенной в зоне равномерного поля зазора, а также и от пересечения границы поля зазора с металлической пластиной, которая введена в зазор частично. Указанные два экспериментальных результата определяют способы модуляции частоты генератора параметрами резонатора 3. Если площадь пластины резонатора превышает сечение зазора, то частота генератора определяется толщиной пластины, а в случае частичного перекрытия пластиной поля зазора - толщиной пластины и величиной перекрытия, т.е. линейной координатой, определяющей положение пластины относительно зазора магнитопровода.

Последнее определяет связь между положением модулятора и его частотой. Известно, что большинство физических величин в технике, например, давление, сила, температура, расход, вязкость и др., измеряются через преобразование в перемещение. Это определяет область применения предлагаемого измерительного генератора. Преобразование перемещения в частоту выполняется

бесконтактно, что позволяет использовать генератор в сканирующем режиме без износа средств измерений. Выбором формы зазора в магнитопроводе достижима линейность преобразования перемещения в частоту. Частота собственных колебаний металлических объемных резонаторов с размерами, например, в 20мм толщиной 1мм, лежат в области нескольких килогерц, что упрощает измерение их периода. Амплитуда колебаний на входе усилителя выбирается в диапазоне до нескольких вольт, что позволяет исключить неустойчивость установившейся частоты генератора, параметров усилителя в цепи положительной обратной связи. Стабильность частоты измерительного генератора с металлическим объемным резонатором близка к стабильности частоты кварцевых генераторов, а величину девиации частоты легко получить больше 50%.

Благодаря большой девиации частоты и ее стабильности в установившемся режиме относительная погрешность измерения физических величин существенно выше, чем при использовании амплитудных измерительных преобразований.



Фиг.