

УДК 621.38

КВАЗИУРАВНОВЕШЕННЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ИНДУКТИВНОСТИ И СОПРОТИВЛЕНИЯ ОБЪЕКТОВ

Асп. *Хасцаев М.Д.*

Кафедра промышленной электроники.

Северо-Кавказский горно-металлургический институт
(государственный технологический университет)

Показан структурный способ улучшения возможностей четырехплечей мостовой измерительной цепи в режиме квазиравновесия и рассмотрен построенный на ее основе преобразователь индуктивности и сопротивления объектов исследования с простой реализацией и большими функциями, чем известные.

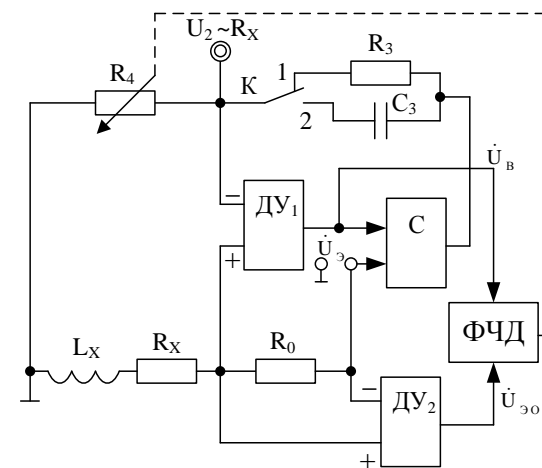
Задача расширения функциональных возможностей преобразователей параметров импеданса (ПИ) в режиме квазиравновесия структурными способами достаточно важна, так как известные ПИ обладают ограниченными функциональными возможностями в этом режиме.

В работе показано, что структурный подход обеспечивает целенаправленное улучшение характеристик и такого класса измерительных цепей (ИЦ), как квазиуравновешенные, которые также широко используются для построения ПИ. Таким образом, этой работой лишний раз подтверждается то, что после структурных изменений ИЦ их возможности существенно улучшаются, а области применения заметно расширяются. На основе таких ИЦ возможно построение ПИ с новыми функциональными возможностями или с улучшенными характеристиками.

Для примера выбрана обычная четырехплечая мостовая измерительная цепь (МЦ), которая характеризуется нелинейной функцией преобразования. Поэтому такая МЦ имеет ограниченные функциональные возможности в режиме квазиуравновешивания. Выполним структурное изменение в МЦ, обеспечивающее ей линейную функцию выходного напряжения относительно иммитансов ветви сравнения, следующим образом. Структуру МЦ изменим путем охвата положительной обратной связью ветви сравнения. В результате ветвь сравнения оказывается с

напряжением, равным сумме напряжений: напряжения от источника питания и напряжения разбаланса МЦ. В такой МЦ при использовании в качестве опорного напряжения падения напряжения на одном из плеч ветви с объектом исследования и подаче на вход ФЧД напряжения разбаланса возможно преобразование составляющей импеданса и по пассивной величине, и по аналоговой. При этом регулируемой величиной должно являться сопротивление регулируемого резистора, находящегося в ветви сравнения.

На основе рассмотренной МЦ и был разработан преобразователь, приведенный на рисунке и который подтвердил, что МЦ с подачей напряжения разбаланса и напряжения источника питания МЦ в ветвь МЦ с регулируемым элементом позволяет строить: простые ПИ с аналоговым уравниванием; ПИ, преобразующие различные параметры импедансов объектов исследования и т.д. Предлагаемый ПИ также показывает, что на основе выбранного типа МЦ со структурным изменением можно строить и преобразователи индуктивности, легко реализуемые с использованием простой элементной базы электронной техники.



Структурная схема преобразователя индуктивности L_x и сопротивления R_x объекта исследования

Используемые в схеме обозначения: L_x и R_x – соответственно индуктивность и сопротивление объекта исследования; R_0 – сопротивление образцового элемента; R_3 – сопротивление резистора ветви сравнения, обеспечивающего выбор величины преобразования R_x ; C_3 – емкость конденсатора ветви сравнения, обеспечивающего выбор преобразуемой величины L_x ; R_4 – сопротивление регулируемого резистора ветви сравнения, обеспечивающего достижение состояния квазиравновесия; ДУ₁ – дифференциальный усилитель, обеспечивающий формирование сигнала разбаланса МЦ – U_B ; ДУ₂ – дифференциальный усилитель, обеспечивающий формирование опорного напряжения – $U_{Э0}$; ФЧД – фазочувствительный детектор, обеспечивающий формирование сигнала для регулирования величины сопротивления регулируемого резистора; $U_{Э}$ – эталонное напряжение для питания МЦ; U_2 – напряжение, формируемое на плече ветви сравнения (падение напряжения на регулируемом резисторе) в момент квазиравновесия и пропорционально одному из преобразуемых величин L_x и R_x ; К – ключ.

Дополнительно отметим, что регулируемым элементом служит управляемый (регулируемый) резистор R_4 . Если ключ находится в положении 2, то преобразуется индуктивность, а если в положении 1, то сопротивление потерь R_x . В последнем случае при подаче на вход сумматора напряжения постоянного тока, то с плеча МЦ снимается аналоговая величина пропорциональная измеряемому сопротивлению потерь R_x . Опорным напряжением является падение напряжения на сопротивлении R_0 . Возможность определения величины индуктивности является важным свойством ПИ, построенных на основе МЦ с подачей напряжения разбаланса в ветвь сравнения.

Выражение для выходного напряжения U_B разработанного ПИ в общем виде можно представить в виде:

$$U_B = U_{Э} \frac{Z_x G_0 - R_4 G_3}{1 + Z_x G_0}.$$

Тогда выражение для выходного напряжения U_B ПИ в положении ключа 2 будет иметь вид:

$$U_B = U_{Э} \frac{(j\omega L_x + R_x)G_0 - R_4 j\omega C_x}{1 + (j\omega L_x + R_x)G_0},$$

а выражение для этого же напряжения U_B ПИ в положении ключа 1 – вид:

$$U_B = U_{Э} \frac{(j\omega L_x + R_x)G_0 - R_4 G_3}{1 + (j\omega L_x + R_x)G_0}.$$

Из последних двух выражений видно, что при преобразовании индуктивности объекта исследования ее величина определяется из условия квазиравновесия следующим образом:

$$R_4 = L_x G_0 / C_3,$$

а аналоговая величина U_2 будет равна:

$$U_2 = U_{Э} L_x G_0 / C_3.$$

При преобразовании сопротивления R_x объекта исследования величина сопротивления определяется из выражения:

$$R_4 = R_x G_0 / R_3,$$

а аналоговая величина U_2 в этом случае будет равна:

$$U_2 = U_{Э} R_x G_0 / R_3.$$

Таким образом, при необходимости измерения индуктивности и сопротивления потерь целесообразнее всего использовать МЦ, линейризованную относительно иммитансов ветви сравнения для получения данных преобразования и в цифровой, и в аналоговой формах представления информации. Возможности предлагаемого ПИ можно значительно улучшить, если дополнить его блоком интеллектуальной обработки (БИО) для решения ряда задач, возникающих при исследовании объектов ранее не изучаемых и электрические схемы замещения которых не были еще известны. Такой блок важен и для обработки результатов исследований, их накопления и эффективного использования.