**Измерение фазового сдвига сигналов**

|  |
| --- |
| Выбор метода измерения угла сдвига фаз сигналов зависит от диапазона частот, уровня и формы сигнала, от требуемой точности измерений. Различают косвенные и прямые методы.  *Косвенный метод* измерения угла сдвига фаз меду током и напряжением основан на *использовании трех приборов*: вольтметра, амперметра и ваттметра. Данный метод используется обычно для промышленных установок и характеризуется не высокой точностью.  Среди осциллографических методов измерения фазы наибольшее распространение получили методы *линейной развертки и эллипса* (фигуры Лиссажу). Метод линейной развертки предполагает использование двухлучевого осциллографа.  Для точных измерений угла сдвига фаз используют компенсатор переменного тока с фазовращателем. Компенсационный метод измерения фазового сдвига основан на сравнении его с фазовым сдвигом, создаваемом с помощью фазовращателя. При этом в качестве нуль-индикатора может быть использован, например, осциллограф. Измеряемый фазовый сдвиг отсчитывают по показанию эталонного фазовращателя.  *Прямое измерение* угла сдвига фаз осуществляют с помощью электродинамических, ферродинамических, электромагнитных, электронных и цифровых *фазометров*.  Электродинамические фазометры используют в диапазоне частот до 10 кГц, цифровые фазометры используются в маломощных цепях в диапазоне частот от единиц Гц до сотен МГц.  В электронно-счетных цифровых фазометрах, реализующих *метод дискретного счета*, сдвиг по фазе между сигналами преобразуется во *временной интервал*, заполняемый импульсами стабильной частоты с определенным периодом, которые затем подсчитываются.  Явлениезависимости фазового сдвига от частоты негативно проявляется при прохождении многочастотного широкополосного сигнала через четырехполюсник. При этом форма сигнала на выходе четырехполюсника не совпадает с формой сигнала на входе, так как разные частотные составляющие запаздывают на разное время. Для характеристики этого явления используют понятие *группового времени запаздывания* http://studopedia.ru/Konspekt-lekcij-MiSI-1.files/image500.gif, которое определяется как производная от сдвига фазы по частоте:  http://studopedia.ru/Konspekt-lekcij-MiSI-1.files/image502.gif. (9.8)  Наибольшее распространение для измерения группового времени запаздывания получил *метод Найквиста*, согласно которому оно принимается равным времени распространения огибающей сигнала, полученного при амплитудной модуляции несущего колебания низкочастотным сигналом. В соответствии с эти методом проводится сравнение фазового сдвига огибающей модулированного по амплитуде сигнала на входе и выходе исследуемого четырехполюсника.  Упрощенная схема, реализующая данный метод, показана на рисунке.    http://studopedia.ru/Konspekt-lekcij-MiSI-1.files/image504.jpg    Рис. 9.13 Схема измерения группового времени запаздывания сигнала.    Групповое время запаздывания можно определить по формуле:  http://studopedia.ru/Konspekt-lekcij-MiSI-1.files/image506.gif, (9.9)  где Ω - частота огибающей колебаний (частота биения колебаний). |