

Изобретение относится к области автоматики и измерительной техники и может найти применение в прецизионных автоматических системах электромашинного привода в радиоавтоматических системах, в системах прецизионной стабилизации мгновенной частоты и фазы вращения валов электродвигателей, при синхронной записи звука и изображения, записи информации по нескольким каналам, при корреляционной обработке сигналов.

Известен способ прецизионного регулирования мгновенной фазы вращения валов электродвигателей по углу рассогласования (Танский Е.А. Прецизионные системы стабилизации скорости двигателей. - Л.: Энергия, 1975. - С.7, рис.1), заключающийся в том, что с помощью фазового детектора сравнивают полые фазы сигналов с ведущего генератора и датчика обратной связи регулируемого электродвигателя и при наличии рассогласования постоянным напряжением воздействуют на регулируемый электродвигатель, подстраивая его фазу под фазу ведущего генератора.

Недостатком является то, что для управления полной фазой вращения вала электродвигателя сначала необходимо добиться нулевого рассогласования между частотой ведущего генератора и частотой вращения вала (частотой сигнала с датчика обратной связи) электродвигателя. Рассогласование это сводится к нулю лишь при применении частотной фазовой автоподстройки.

Наиболее близким по технической сущности к заявляемому является способ прецизионного регулирования мгновенной фазы вращения валов электродвигателей по углу рассогласования (Танский Е.А. Прецизионные системы стабилизации скорости двигателей. - Л.: Энергия, 1975. - С.16, рис.7), заключающийся в том, что с помощью фазового детектора сравнивают полные фазы сигналов с датчика обратной связи регулируемого электродвигателя и ведущего генератора, сигналом рассогласования, который корректируют и усиливают, воздействуют на управляемый фазовращатель и изменяют фазу напряжения питания регулируемого электродвигателя.

Недостатком способа является то, что при использовании мощных синхронных исполнительных электродвигателей (обычно трехфазных) требуется изменение фазы напряжения питания регулируемого электродвигателя в каждой из фаз.

Известно устройство автоматического поддержания синфазного вращения автономно работающих электродвигателей (Выховский Ю.И., Шоинцев Е.А. Электроприводы траловых лебедок. - М.: Пищ. пром-сть, 1971), содержащее датчик угла рассогласования, два демодулятора, подключенные входами через разделительный трансформатор к выходу датчика угла рассогласования, и два регулятора частоты вращения электродвигателей, подключенных к выходам демодуляторов.

Недостатком является то, что сигнал рассогласования относительного положения ротора электродвигателей, вырабатываемый датчиком рассогласования, преобразуется демодулятором и одновременно, но с разной полярностью, воздействует на регуляторы

частоты вращения этих электродвигателей, подтормаживая опережающий электродвигатель и разгоняя отстающий. При этом возрастает ток в контуре одного из электродвигателей, что часто приводит к его перегрузке.

Наиболее близким по технической сущности к изобретению является устройство прецизионного регулирования мгновенной фазы вращения валов электродвигателей по углу рассогласования (Танский Е.А. Прецизионные системы стабилизации скорости двигателей. - Л.: Энергия, 1975. - С.16, рис.7), содержащее регулируемый электродвигатель, соединенный с датчиком обратной связи, фазовый детектор, первый вход которого подключен к выходу датчика обратной связи, второй - к выходу ведущего генератора, а выход - через корректирующую цепь и усилитель постоянного тока подключен к управляемому фазовращателю, включенному между источником питания и входом регулируемого электродвигателя.

Недостатком устройства является то, что при использовании мощных синхронных исполнительных электродвигателей (обычно трехфазных) требуется применение автономных обмоток возбуждения или устройств фазорасщепления и мощных усилителей питания электродвигателей в каждой из фаз. Это обстоятельство обычно существенно усложняет устройство, приводит к снижению устойчивости и точности работы устройства. При необходимости фазовой синхронизации вращения автономно работающих двух или трех синхронных электродвигателей устройство становится трудно реализуемо.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования способа фазовой синхронизации вращения автономно работающих синхронных электродвигателей, в котором вводят операцию механического поворота статора регулируемого синхронного электродвигателя относительно неподвижного статора ведущего синхронного электродвигателя на угол рассогласования, что обеспечивает повышение устойчивости и точности работы устройства, и за счет этого повышается качество регулирования.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствования устройства фазовой синхронизации вращения автономно работающих синхронных электродвигателей, в котором за счет введения узла поворота статора синхронного электродвигателя обеспечивается повышение устойчивости и точности работы устройства, и за счет этого повышается качество регулирования.

Поставленная задача решается тем, что в способе фазовой синхронизации вращения автономно работающих синхронных электродвигателей, при котором с помощью фазового детектора сравнивают начальные фазы напряжения с выхода второго датчика обратной связи регулируемого синхронного электродвигателя и опорного напряжения, согласно изобретению опорное напряжение снимают с первого датчика обратной связи ведущего синхронного электродвигателя, сигналом рассогласования с выхода фазового детектора, который корректируют и усиливают с помощью корректирующей цепи и усилителя постоянного тока, изменяют величину напряжения управления исполнительного электродвигателя постоянно

тока и через редуктор осуществляют поворот статора регулируемого синхронного электродвигателя.

Поставленная задача решается тем, что в устройстве фазовой синхронизации вращения автономно работающих синхронных электродвигателей, содержащем регулируемый синхронный электродвигатель, соединенный со вторым датчиком обратной связи, фазовый детектор, второй вход которого подключен к выходу второго датчика обратной связи, а выход через корректирующую цепь подключен к усилителю постоянного тока, согласно изобретению в устройство введены ведущий синхронный электродвигатель, первый датчик обратной связи, исполнительный электродвигатель постоянного тока и редуктор, причем первый вход фазового детектора через первый датчик обратной связи подключен к ведущему синхронному электродвигателю, а выход фазового детектора через корректирующую цепь и усилитель постоянного тока соединен с исполнительным электродвигателем постоянного тока, ротор которого через редуктор соединен со статором регулируемого синхронного электродвигателя.

На фиг.1 представлена структурная схема устройства, реализующего предложенный способ фазовой синхронизации вращения автономно работающих синхронных электродвигателей; на фиг.2 - конструкция узла поворота статора трехфазного синхронного электродвигателя.

Устройство, реализующее способ фазовой синхронизации вращения автономно работающих синхронных электродвигателей, содержит ведущий 1 и регулируемый 2 трехфазные синхронные электродвигатели, статорные обмотки которых 3 и 1 подключены к источнику трехфазного переменного тока 5, а роторы 6 и 7 механически связаны с первым 8 и вторым 9 датчиками обратной связи, фазовый детектор 10, первый вход которого подключен к выходу первого 8 датчика обратной связи, а второй - к выходу второго 9 датчика обратной связи, корректирующую цепь 11, усилитель постоянного тока 12, исполнительный электродвигатель постоянного тока 13, который через редуктор 14 соединен со статором 4 регулируемого синхронного электродвигателя 2. Узел поворота статора трехфазного синхронного электродвигателя 15 (см. фиг.2) состоит из регулируемого трехфазного синхронного электродвигателя 2, статор которого 4 помещен во внутренние кольца 16 опорных подшипников скольжения 17, внешние кольца которых неподвижно закреплены на основании 18, трех ламелевых колец 19, размещенных на статоре 4 трехфазного синхронного электродвигателя 2 и служащих для подведения трехфазного переменного напряжения питания от источника 5 через неподвижные контакты 20, редуктор 14, ось которого соединяется с внутренним кольцом 16 одного из опорных подшипников скольжения 17, и исполнительного электродвигателя постоянного тока 13.

Устройство, реализующее предложенный способ фазовой синхронизации вращения автономно работающих синхронных электродвигателей, работает следующим образом.

При подключении обмоток статора 3 и 4 трехфазных синхронных электродвигателей 1 и 2 к источнику трехфазного переменного тока 5 угловая скорость вращения роторов 6 и 7 одинакова и равна угловой частоте сети Ω т.е. система астатическая по частоте и статическая по фазовому рассогласованию, так как начальные угловые положения статоров синхронных электродвигателей относительно роторов (углы рассогласования) φ_1 и φ_2 в общем случае не равны между собой. С роторами 6 и 7 синхронных электродвигателей 1 и 2 механически соединены первый 8 и второй 9 датчики обратной связи, на выходах которых при вращении роторов будут действовать напряжения

$$U_8 = U_m 8 \cos(\Omega t + \varphi_1) \\ \text{и } U_9 = U_m 9 \cos(\Omega t + \varphi_2).$$

Эти напряжения подаются на входы фазового детектора 10, выходное напряжение которого, пропорциональное фазовому рассогласованию $\Delta\varphi = \varphi_1 - \varphi_2$, через корректирующую цепь 11 и усилитель постоянного тока 12 подается на исполнительный электродвигатель постоянного тока 13, который соединен со статором 4 регулируемого трехфазного синхронного электродвигателя 2 через редуктор 14. Постоянное напряжение рассогласования приводит во вращение исполнительный электродвигатель постоянного тока 13 до тех пор, пока фазовое рассогласование (ошибка) $\Delta\varphi$ не станет равной нулю, т.е. пока система не сведется к астатизму по фазовому рассогласованию. Поворот статора 4 регулируемого трехфазного синхронного электродвигателя 2 осуществляется на угол $\Delta\varphi = \alpha$ относительно неподвижного статора 3 ведущего трехфазного синхронного электродвигателя 1.

Способ фазовой синхронизации вращения автономно работающих синхронных электродвигателей заключается в следующем.

Начальные фазы опорного напряжения с выхода первого 8 датчика обратной связи ведущего синхронного электродвигателя 1 и напряжения с выхода второго 9 датчика обратной связи регулируемого синхронного электродвигателя 2 сравнивают с помощью фазового детектора 10, сигналом рассогласования с выхода фазового детектора, который корректируют и усиливают с помощью корректирующей цепи 11 и усилителя постоянного тока 12, изменяют величину напряжения управления исполнительного электродвигателя постоянного тока 13 и через редуктор 14 осуществляют поворот статора 4 регулируемого синхронного электродвигателя 2 до тех пор, пока сигнал рассогласования не станет равным нулю.

С целью увеличения точности замедления редуктора 14 выбирается большим. Для уменьшения обратного вращающего момента, действующего на статор регулируемого синхронного электродвигателя 2, применяются подшипники трения и червячная редукторная передача. В качестве первого 8 и второго 9 датчиков обратной связи можно использовать тахометры.

Экспериментальная установка, собранная по структурным схемам фиг.1 и 2 при применении мощных трехфазных синхронных электродвигателей переменного тока типа Г 411 У4, позволила осуществить автоматическую

