

ОПТИМАЛЬНАЯ КОМПЛЕКТАЦИЯ КОНСТРУКТИВНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ УЗЛОВ ЭЛЕКТРОРАДИОЭЛЕМЕНТАМИ

Качество выпускаемых изделий в значительной степени определяется точностью выходных параметров входящих в него конструктивно-функциональных узлов (КФУ), количественной мерой которых, как известно, является допуск. Обеспечение заданной точности является проблемой, решаемой на этапах от разработки электрической принципиальной схемы до сборки готового изделия.

Другой немаловажной проблемой, стоящей перед предприятиями в современных экономических условиях, является рациональное использование имеющихся в их арсенале материалов и комплектующих элементов.

Наиболее важными задачами при этом являются [1, 2]:

- назначение производственных допусков на параметры элементов при известном результирующем допуске (последовательное приближение, равные вычисления и т.п.);
- оценка допусков на выходные параметры КФУ при действии дестабилизирующих факторов;
- селективная сборка КФУ;
- регулировка (подстройка).

Решение каждой из перечисленных задач сопряжено с рядом трудностей. Так, первые три – с громоздкостью математического аппарата. Кроме того, их решение далеко не всегда приводит к единственному наиболее оптимальному результату. Последнее представляет трудно поддающуюся автоматизации технологическую операцию.

Оптимальная комплектация собираемых КФУ является задачей назначения. Элементная база, поступающая на сборку партии КФУ, должна быть распределена по ним так, чтобы достигался минимум целевой функции путем компенсации (взаимоуничтожения) погрешностей параметров элементов. Целевой функцией при этом является сумма модулей погрешности выходных параметров КФУ по всей партии. Таким образом, задача назначения сводится к поиску оптимального плана.

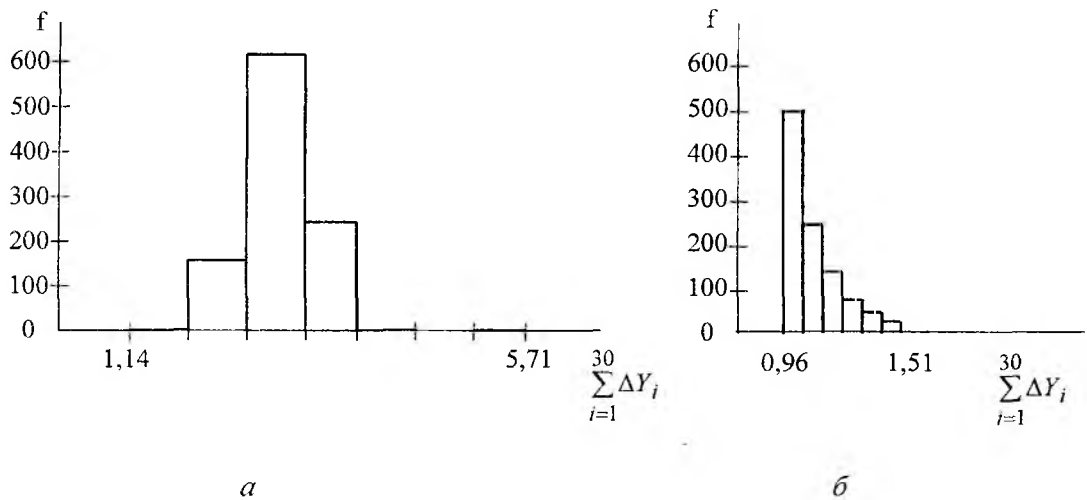
Решить поставленную задачу можно с помощью эвристического алгоритма, в котором сначала будет осуществлено начальное условное распределение элементов по КФУ в соответствии со случайной комбинацией. Затем из двух КФУ с максимальными вычисленными погрешностями выходного параметра (далее выходными погрешностями), имеющими разные знаки, условно будут переставляться элементы одинакового типономинала и оставляться на новых местах, если суммарная по модулю выходная погрешность уменьшится. Эта процедура должна повторяться до тех пор, пока в рассматриваемой паре КФУ не будет проведена перестановка последнего элемента. Как правило, она дает улучшение результата (уменьшение суммарной по модулю выходной погрешности обоих КФУ). Это объясняется тем, что в два КФУ с разными знаками выходной погрешности обязательно входят элементы одинаковых типономиналов, имеющие разные знаки погрешности своих параметров. Их перестановка обязательно приведет к изменению результата. Далее процедура может аналогично повторяться для следующей пары КФУ.

Если в результате начального распределения или проделанных перестановок не будут получены КФУ с разными знаками выходной погрешности, то необходимо рассматривать пару КФУ с максимальной погрешностью одинакового знака и аналогично переставлять из них элементы одинакового типономинала. Оставлять элементы на новых местах нужно в том случае, если уменьшается модуль погрешности хотя бы одного из них. Если в результате этой процедуры появятся КФУ с разными знаками выходной погрешности, то необходимо снова вернуться к перестановкам первой процедуры.

Конец алгоритма будет тогда, когда рассмотренные перестановки не приведут к улучшению результата либо его изменение станет несущественным.

На рисунке в одном масштабе приведены законы распределения суммарной погрешности выходного параметра партии стабилизаторов напряжения (коэффициента стабилизации напряжения): a – при случайной комбинации элементов, b – после завершения расчета.

Количество стабилизаторов в партии – 30 шт. Количество проделанных расчетов – 1000. Математические ожидания соответственно равны: $M_1 = 2,82$; $M_2 = 1,08$. Дисперсии: $D_1 = 0,172$; $D_2 = 0,01$. Среднеквадратические отклонения: $\sigma_1 = 0,41$; $\sigma_2 = 0,1$.



В данной статье приведены основные признаки, заложенные в алгоритм оптимальной комплектации. Не вдаваясь в его более детальное описание и анализируя полученные результаты, можно утверждать, что эффект с точки зрения повышения точности выходного параметра очевиден. Благодаря ему появляется возможность повысить точность собираемых КФУ и добиться минимального отбраковывания комплектующих элементов. Также появляется возможность исключить из конструкции изделия элементы подстройки, а из технологического процесса сборки-операции регулировки. Кроме того, возможна закупка более дешевой элементной базы с большим разбросом параметров, которые в ходе оптимизации будут скомпенсированы.

Для практической реализации необходимы: измерение параметров всех элементов, поступающих на сборку, и специальная технологическая тара для ее хранения до сборки под определенными номерами. Кроме того, необходимо хранить информацию о номерах и параметрах. Измерение может быть осуществлено на участках входного контроля сборочных цехов, оснащенных соответствующим измерительным оборудованием, а хранение - с помощью любого носителя информации, что принципиальных трудностей не вызывает.

Список литературы: 1. Фомин А.В. Допуски в РЭА. М.: Сов.радио, 1973. 128 с. 2. Буловский П.И. Автоматизация селективной сборки приборов. Л.: Машиностроение, 1978. 232 с.

Харьковский государственный технический университет радиоэлектроники

Поступило в редколлегию 12.07.2000