

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ФИЛЬТРОВ ПРИВОДОВ ФИРМЫ СИМЕНС

А.В. Пальцев (ООО "МСЗ"), Т.Я. Шевгунов (МАИ)

Рассмотрен один из методов устранения вибраций в приводах подачи станков, созданных на базе электропривода Simodrive digital с системой ЧПУ Sinumerik 840D. Приведен пример расчета параметров фильтра с использованием возможностей указанного цифрового электропривода.

Привод подачи современного станка с ЧПУ часто представляет собой сложный электромеханический комплекс, точный аналитический расчет которого затруднителен. Поэтому точно установить причину нежелательных явлений таких, как вибрации в механизме иногда невозможно. Априорные сведения об отдельных элементах комплекса дают предпосылки для приближенной оценки частотного спектра возникших вибраций и делают возможной борьбу с разрушительным явлением без точного определения причин.

Силовая часть современных цифровых приводов подачи фирмы Сименс, содержащая транзисторные преобразователи и синхронные двигатели с постоянными магнитами, обеспечивает высокое быстродействие подобных систем электропривода. Ограничения конструктивного характера не позволяют сделать механическую часть станка достаточно жесткой. В результате вероятно возникновение электромеханического резонанса, что заставляет усложнять управляющую часть электропривода. И, хотя цифровое управление приводами существенно расширяет их возможности по сравнению с аналоговым, тем не менее, возникают сложности, обусловленные неполной информацией о причинах и методике устранения дефекта. Фирма Сименс решает эту проблему путем введения цифровых фильтров в каналы управления и задания электропривода. В этом случае трудность пред-

ставляет расчет параметров фильтров, представленных на блок-схеме электропривода [1]. Комментарии фирмы, относящиеся к расчету параметров фильтров MD 1201-MD 1221, носят общий характер с краткой ссылкой на прикладную систему MatLab.

Рассмотрим один из вариантов, представляющий возможность пользователю привода самостоятельно провести необходимый расчет в системе Mat Lab для привода Simodrive digital с системой Sinumerik 840 D.

В электромеханической системе привода подачи станка с ЧПУ наиболее вероятно могут возникнуть колебания с частотой 200 Гц (граница полосы пропускания скоростного контура и возможная частота колебаний механической части привода). Для подавления их необходимо рассчитать параметры фильтрующего устройства, обеспечивающие требуемые логарифмические амплитудно-частотные (ЛАЧХ) и фазо-частотные характеристики (ФЧХ), после

чего ввести их в привод. Расчет сводится к формулированию требований к динамическим характеристикам фильтров, синтезу на их основе передаточной функции устройства в целом и разбиению его на отдельные узлы в соответствии с конструктивными возможностями привода.

В качестве исходных данных определим следующие параметры требуемого фильтра в терминах MatLab: тип фильтра – эллиптический (ellip), порядок фильтра – 3, уровень пульсаций в полосе пропускания 0,5 дБ, уровень

Таблица 1

Первая группа полюсов	
множитель 1,0e+003*	множитель 1,0e+003*
-0,0246+1,1884i	0,0000+1,1519i
-0,0246-1,1884i	0,0000-1,1519i
Вторая группа полюсов	
множитель 1,0 e+003*	множитель 1,0e+003*
-0,1515+1,0626i	-0,0000+1,0733i
-0,1515-1,0626i	-0,0000-1,0733i
Третья группа полюсов	
множитель 1,0e+003*	множитель 1,0e+003*
-0,0201+0,9689i	0,0000+1,0001i
-0,0201-0,9689i	0,0000 -1,0001i

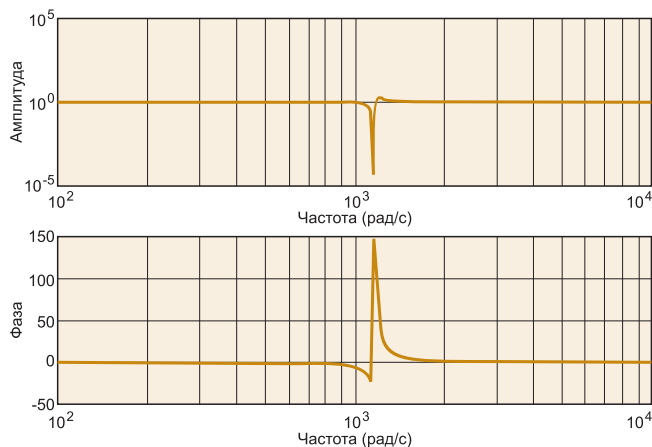


Рис 1. ЛАЧХ и ФЧХ фильтра F1 с параметрами (n1,d1)

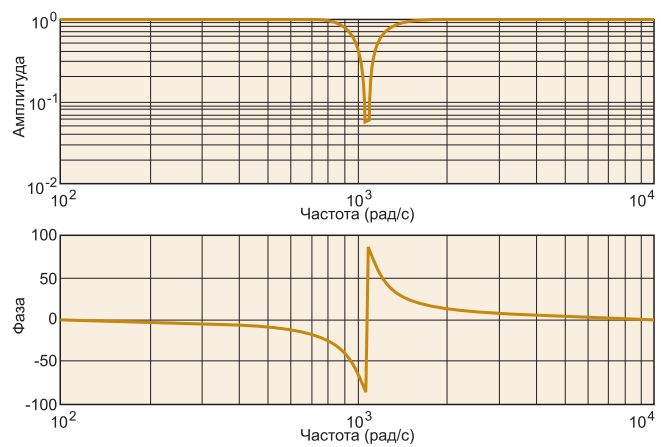


Рис 2. ЛАЧХ и ФЧХ фильтра F2 с параметрами (n2,d2)

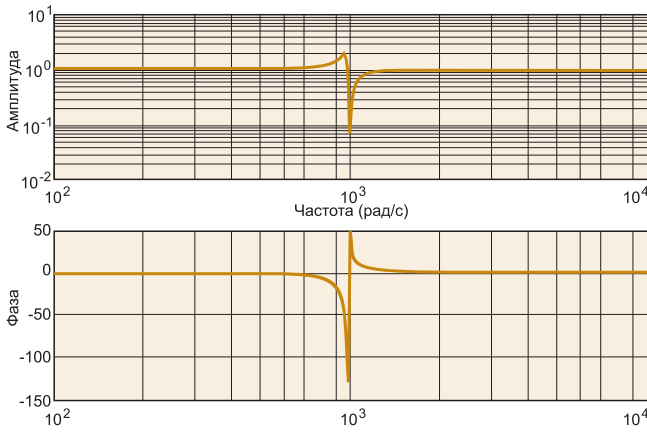


Рис 3. ЛАЧХ и ФЧХ фильтра F3 с параметрами (n3,d3)

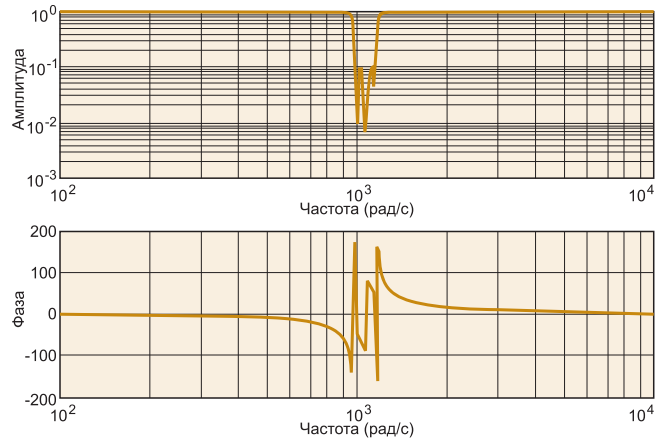


Рис. 4. Суммарные ЛАЧХ и ФЧХ фильтров F1, F2, F3

пульсаций в полосе задерживания 20 дБ, частоты среза – (960,1200), тип фильтра – stop, аналоговый фильтр – s [2]. Фильтрующее устройство будет состоять из трех последовательно соединенных фильтров, суммарная передаточная функция которых задается ниже.

1. Передаточная функция фильтрующего устройства представляется в виде дроби, расчет числителя *b* и знаменателя *a* которой осуществляется по заданным параметрам: [b,a]=ellip(3;0,5;20;[960 1200];'stop';'s').

2. Определение корней полинома знаменателя *a* (полосы) >> s = roots(a).

3. Определение корней полинома числителя *b* (нулей) >> s0 = roots(b).

4. Нули и полюса разделяются на три группы по два комплексно-сопряженных нуля и два комплексно-сопряженных полюса в каждой группе. К каждой паре полюсов выбирается ближайшая по значению пара нулей.

5. Для первой группы выбираем пару полюсов и пару нулей (табл. 1).

6. Вводим новые переменные, где индекс "1" соответствует первой группе: n1, d1, fn1, fz1, dn1 и dz1 (табл. 2).

Определяем числитель (numerator) в виде: s² + αs + ωn², где >> n1 = poly([s0(1) s0(2)]).

7. Определяем знаменатель (denominator) в виде: s² + ξs + ωd², где >> d1 = poly([s(1) s(2)]).

8. Преобразуем числитель к виду: 1 + 2x Dn / (2πx fn)s + 1 / (2πx fn)² s².

Определяем параметры fn1, dn1:

>> fn1 = sqrt(n1(3)) / (2 * pi). (Для данного примера fn1 = 183,3369);

>> dn1 = n1(2) / (2 * pi * fn1) / 2 (Для данного примера dn1 = -3,5776e-016. Величина dn1 отрицательна, что свидетельствует о ее малости, поэтому положим ее нулем.).

9. Преобразуем знаменатель к виду:

1 + 2x Dz / (2πx fz)s + 1 / (2πx fz)² s².

Определяем параметры z1, dz1:

>> fz1 = sqrt(d1(3)) / (2 * pi) (В нашем примере fz1 = 189,1816);

Таблица 2

Часть дроби	Русский термин	Немецкий термин	Обозначение
Числитель	Частота запирающая	Sperrfrequenz	fn
	Коэффициент демпфирования	Dampfung Zahler	dn
	Ширина полосы	Bandbreite Zahler	2 x dn x fn
Знаменатель	Собственная частота	Eigenfrequenz	fz
	Коэффициент демпфирования	Dempfung Nenner	dz
	Ширина полосы	Bandbreite Nenner	2 x dz x fz

>> dz1 = d1(2) / (2 * pi * fz1) / 2 (В нашем примере dz1 = 0,0207).

10. Для второй и третьей групп нулей и полюсов проделаем те же операции, что и для первой группы (табл. 1).

В результате проведенного расчета для каждой из трех групп (трех фильтров) будут определены величины, входящие в числитель и знаменатель каждой из трех дробей. Величины частот и коэффициентов демпфирования для фильтров F1, F2, F3 приведены в табл. 3.

Для построения ЛАЧХ1 и ФЧХ1, соответствующих первому фильтру, достаточно выполнить команду freqs(n1,d1), величины которых даны в пунктах 6 и 7 соответственно. Аналогично строятся ЛАЧХ2, ЛАЧХ3 и ФЧХ2, ФЧХ3 (рис. 1-3). Для построения суммарной ЛАЧХ и ФЧХ достаточно выполнить команду freqs(b, a) (рис. 4).

В заключение отметим, что суммарные ЛАЧХ и ФЧХ устройства соответствуют поставленным условиям, а расчет параметров фильтров достаточно прост и может быть реализован в приводе Simodrive digital фирмы Сименс с использованием системы MatLab.

Список литературы

1. Simodrive & Sinumerik. Antriebsfunktion. Drehzahlregelkreis. Siemens AG2004 Seite 430.
2. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб.: Питер 2006.

Пальцев Александр Владимирович – канд. техн. наук, инженер-конструктор ООО "МСЗ",

Шевзунов Тимофей Яковлевич – инженер кафедры теоретической радиотехники Московского авиационного института.

Контактный телефон (495) 369-83-72.