

# 1478ФН2У-

Корпус Н02.8 – 1В

## Условное графическое изображение

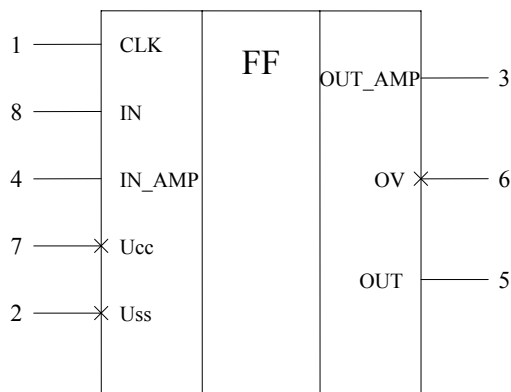


Таблица назначения выводов		
Номера выводов	Обозначение	Назначение
1	CLK	Вход управления частотой среза
2	U <sub>ss</sub>	Питание от источника напряжения отрицательной полярности
3	OUT_AMP	Выход операционного усилителя (ОУ)
4	IN_AMP	Вход операционного усилителя (ОУ)
5	OUT	Выход фильтра
6	OV	Вывод общий
7	U <sub>cc</sub>	Питание от источника напряжения положительной полярности
8	IN	Вход фильтра

Таблица предельно допустимых и предельных режимов эксплуатации					
Наименование параметра режима, единица измерения	Буквенное обозначение	НОРМА			
		Предельно допустимый режим		Предельный режим	
		не менее	не более	не менее	не более
Двуполярное питание, В	U <sub>cc</sub>	2,375	5,5	1,0	6,0
	U <sub>ss</sub>	-5,5	-2,375	-6,0	-1,0
Однополярное питание, В	U <sub>cc</sub>	4,75	11,0	-0,3	12,0
Входное напряжение, В	U <sub>i</sub>	0	U <sub>cc</sub>	-0,3	U <sub>cc</sub> +0,3
Постоянный (средний) ток через любой из выходов, мА	I <sub>o</sub>	-	-	-	10,0
Рассеиваемая мощность, мВт	P <sub>tot</sub>	-	-	-	300

# ФНЧ Баттерворта 8-го порядка

Ближайший аналог MAX 295 ф. Maxim

## Функциональное назначение

фильтр низкой частоты Баттерворта 8-го порядка, реализованный как фильтр на переключаемых конденсаторах с возможностью установки частоты среза от 0,1 Гц до 50 кГц

Электрические параметры в диапазоне рабочих температур				
Наименование параметра, единица измерения, режим измерения	Буквенное обозначение	Норма параметра		Температура среды (корпуса), °С
		не менее	не более	
Выходное напряжение, В, при U <sub>i</sub> = U <sub>ss</sub> + 0,5 В, R <sub>L</sub> = 20 кОм, f <sub>CLK</sub> = 50 кГц, U <sub>cc</sub> = +5,0 В, U <sub>ss</sub> = -5,0 В	U <sub>o1</sub>	-	-4,0	25 ± 10 -60 ± 3 85 ± 3
Выходное напряжение, В, при U <sub>i</sub> = U <sub>cc</sub> - 0,5 В, R <sub>L</sub> = 20 кОм, f <sub>CLK</sub> = 50 кГц, U <sub>cc</sub> = +5,0 В, U <sub>ss</sub> = -5,0 В	U <sub>o2</sub>	+4,0	-	25 ± 10 -60 ± 3 85 ± 3
Выходное напряжение, мВ, при U <sub>i</sub> = 0 В, R <sub>L</sub> = 20 кОм, f <sub>CLK</sub> = 50 кГц, U <sub>cc</sub> = +5,0 В, U <sub>ss</sub> = -5,0 В	U <sub>o3</sub>	-400,0	+400,0	25 ± 10 -60 ± 3 85 ± 3
Ток потребления, мА, при U <sub>cc</sub> = +5,0 В, U <sub>ss</sub> = -5,0 В	I <sub>cc</sub>	-	22,0	25 ± 10 -60 ± 3 85 ± 3
Входной ток ОУ, мкА, при U <sub>cc</sub> = +5,0 В, U <sub>ss</sub> = -5,0 В	I <sub>i</sub>	-	0,05	25 ± 10 -60 ± 3 85 ± 3
Частота среза, Гц, при U <sub>i</sub> = ±2,7 В, R <sub>L</sub> = 20 кОм, f <sub>CLK</sub> = 50 кГц, U <sub>cc</sub> = +5,0 В, U <sub>ss</sub> = -5,0 В	f <sub>CP3</sub>	970	1030	25 ± 10 -60 ± 3 85 ± 3
Максимальная частота среза, кГц, при U <sub>i</sub> = ±2,7 В, R <sub>L</sub> = 20 кОм, f <sub>CLK</sub> = 2,5 МГц, U <sub>cc</sub> = +5,0 В, U <sub>ss</sub> = -5,0 В	f <sub>CP3max</sub>	48,0	52,0	25 ± 10 -60 ± 3 85 ± 3
Минимальная частота среза, Гц, при U <sub>i</sub> = ±2,7 В, R <sub>L</sub> = 20 кОм, f <sub>CLK</sub> = 5 Гц, U <sub>cc</sub> = +5,0 В, U <sub>ss</sub> = -5,0 В	f <sub>CP3min</sub>	0,09	1,11	25 ± 10 -60 ± 3 85 ± 3
Динамический диапазон, дБ, при U <sub>i</sub> = ±4,0 В; R <sub>L</sub> = 20 кОм; F <sub>CLK</sub> = 50 кГц; U <sub>cc</sub> = +5,0 В; U <sub>ss</sub> = -5,0 В	ΔU <sub>дин</sub> **	70	-	25 ± 10 -60 ± 3 85 ± 3
Коэффициент прямоугольности фильтра, отн.ед., при R <sub>L</sub> = 20 кОм, f <sub>CLK</sub> = 50 кГц, U <sub>cc</sub> = +5,0 В, U <sub>ss</sub> = -5,0 В,	K <sub>п</sub> *	-	2,7	25 ± 10 -60 ± 3 85 ± 3
Коэффициент передачи фильтра, отн. ед., при U <sub>i</sub> = ±2,7 В, R <sub>L</sub> = 20 кОм, f <sub>i</sub> = 0,7 кГц, U <sub>cc</sub> = +5,0 В, U <sub>ss</sub> = -5,0 В	K <sub>y</sub>	-	1,0±0,1	25 ± 10 -60 ± 3 85 ± 3
Частота единичного усиления ОУ, МГц, при U <sub>i</sub> = ±1,0 В, R <sub>L</sub> = 20кОм, U <sub>cc</sub> = +5,0 В, U <sub>ss</sub> = -5,0 В	f <sub>1</sub>	1,0	-	25 ± 10 -60 ± 3 85 ± 3
Примечания				
1* – K <sub>п</sub> = f(60 дБ)/f(3 дБ)				
2** – ΔU <sub>дин</sub> – коэффициент подавления в полосе задерживания				



Рисунок АЧХ при  $F_{\text{среза}}=1\text{кГц}$

### Техническое описание работы микросхемы

Микросхема 1478FH2U является фильтром низкой частоты (ФНЧ) Баттерворта 8-го порядка на переключаемых конденсаторах, с возможностью установки частоты среза ( $F_{\text{среза}}$ ) от 0,1 Гц до 50 кГц.

На рисунке 1 представлена амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) фильтра при частоте среза  $F_{\text{среза}}$ , равной 1 кГц.

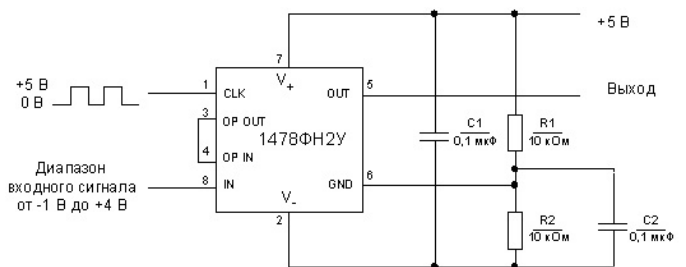
Подавление в полосе задерживания составляет не менее 70 дБ, при этом коэффициент прямоугольности фильтра  $K_n = f(60\text{ дБ})/f(3\text{ дБ})$  составляет не более 2,7 отн.ед.

Частота среза  $f_{\text{СРЗ}}$  в указанном диапазоне может программироваться внешней частотой ( $f_{i.\text{CLOCK}}$ ) в соотношении 50:1, то есть  $f_{\text{СРЗ}} = f_{i.\text{CLOCK}}/50$ .

Микросхема фильтра работает как от двуполярного (от  $\pm 2,375$  до  $\pm 5,5$  В), так и от однополярного (от 4,75 до 11,0 В) напряжения питания.

Двуполярное напряжение  $\pm 2,5$  В эквивалентно однополярному напряжению +5,0 В. Пример включения микросхемы с однополярным напряжением питания +5,0 В приведён на рисунке внизу.

Микросхема позволяет работать как с внешним тактовым генератором, так и с внутренним. Для использования микросхемы в режиме работы с внутренним генератором ко входу CLK подключается конденсатор. При подключении к входу CLK конденсатора  $C = 1000$  пФ частота внутреннего генератора находится в диапазоне от 8 кГц до 15 кГц.

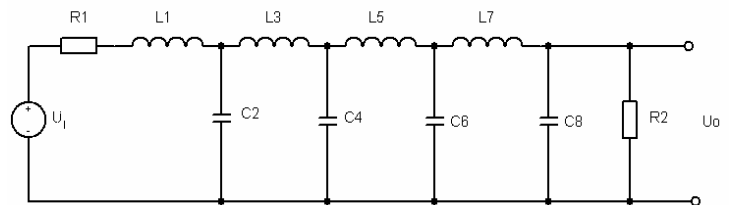


### Рекомендации по использованию микросхемы

ФНЧ Баттерворта обеспечивают максимально равномерную АЧХ, что делает их идеальными для использования в приложениях, где требуется минимальная ошибка коэффициента передачи. Однако следует помнить, что ФНЧ Баттерворта имеет нелинейную фазовую характеристику, в отличие, например, от фильтра Бесселя.

Наличие восьми полюсов в фильтре 8-го порядка обеспечивает затухание 48 дБ на октаву.

Микросхема имитирует работу пассивного фильтра лестничного типа (см. рисунок справа).



Входное сопротивление фильтра ведет себя как резистор, реализованный на переключаемых конденсаторах, и его величина обратно пропорциональна частоте:

$$Z = 1/(f_{\text{CLK}} \cdot C), \text{ где } f_{\text{CLK}} \text{ – тактовая частота;}$$

$C$  – входная емкость фильтра.

$f_{\text{CLK}}$ , кГц	10	100	1000
$Z$ , МОм	22,4	2,24	0,224
$C$ , пФ	4,47		

Необходимо придерживаться следующего правила: значение сопротивления источника  $U_1$  должно составлять менее 10% от значения входного сопротивления фильтра.

Максимальная тактовая частота фильтра равная 2,5 МГц задает частоту среза равную 50 кГц. На вход CLK может быть подана либо внешняя тактовая частота, либо частота с внутреннего тактового генератора микросхемы, которая задается внешним конденсатором на этом выводе.

При использовании внутреннего генератора, емкость  $C_{OSC}$  на входе CLK задает частоту генератора по формуле:

$$f_{osc} = \frac{10^5}{3 \cdot 8,3 \cdot C_{OSC}}, \text{ где } f_{osc} - \text{частота генератора, кГц;}$$

$C_{OSC}$  - емкость на входе CLK, пФ.

Паразитная емкость дорожки печатной платы к этому выводу должна быть минимизирована, т.к. это влияет на частоту внутреннего генератора.

Если используется внешний генератор, то уровни его сигналов должны соответствовать 5-ти вольтовым уровням КМОП логики. Управление CLK входом КМОП уровнями от 0 до +5 В осуществляется в любом случае: как при питании  $\pm 5$  В, так и при однополярном питании +5 В. Ток потребления фильтра увеличивается незначительно (<3%) с увеличением частоты тактового сигнала во всем диапазоне от 50 кГц до 2,5 МГц.

Изменение частоты сигнала CLK динамически изменяет частоту среза фильтра. В идеале тактовый сигнал CLK должен быть симметричен, т.е. следовать со скважностью 2. Однако микросхема может работать и с несимметричным сигналом с соотношением до 60/40% (или 40/60%) если сигнал CLK остается в высоком и низком уровне по меньшей мере 200 нс.

Отдельный ОУ, неинвертирующий вход которого соединен с общим выводом 6, может использоваться для построения аналоговых ФНЧ 1-го и 2-го порядка. Этот фильтр предназначен для ограничения спектра входного сигнала фильтра на переключаемых конденсаторах (чтобы избежать эффекта наложения спектра), но также может использоваться для подавления шумов сигнала тактовой частоты, проникающей на выход фильтра.

На рисунке, приведенном ниже, в частности, показана реализация на этом отдельном операционном усилителе ФНЧ Баттерворта 2-го порядка с частотой среза 10 кГц и входным сопротивлением более 22 кОм, что позволяет избежать перегрузки выхода фильтра на переключаемых конденсаторах

