

НЕИНВЕРТИРУЮЩИЙ VGA-УСИЛИТЕЛЬ С ЦИФРОВЫМ ПОТЕНЦИОМЕТРОМ В ЦЕПИ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ *

В статье показано, как с помощью операционного усилителя и цифрового потенциометра построить VGA-усилитель с линейной или логарифмической шкалой.

VERIABLE GAIN NONINVERTING AMPLIFIER USING THE AD5292 DIGITAL POTENTIOMETER AND THE OP184 OP AMP

Abstract - How to design low cost VGA-amplifier with linear or logarithmic gain function using operational amplifier and digital potentiometer is considered in the article.

Недорогой неинвертирующий усилитель с регулируемым коэффициентом усиления (VGA-усилитель) можно построить на базе ОУ OP184 и цифрового потенциометра семейства DigIPOT AD5292, рис. 1. Усилитель позволяет установить 1024 различных коэффициента усиления, которые задаются потенциометром AD5292 через последовательный SPI-интерфейс. Погрешность подгонки сопротивлений резисторов цифрового потенциометра AD5292 не превышает $\pm 1\%$, что обеспечивает малую погрешность коэффициента усиления VGA-усилителя, как следует из графика, приведенного на рис. 2.

VGA-усилитель (рис. 1) имеет rail-to-rail вход и выход, работает при однополярном (30 В) или двухполярном (± 15 В) напряжении

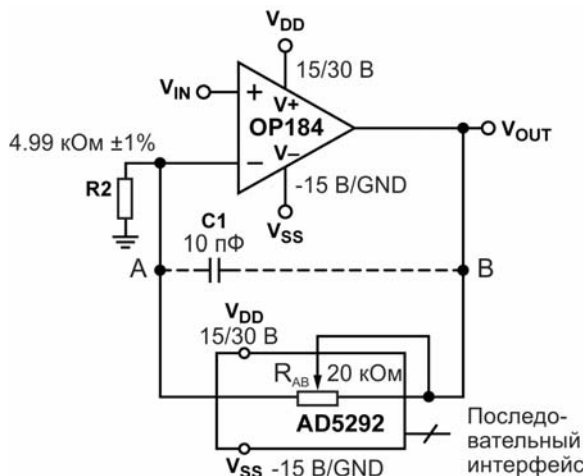


Рис. 1. Функциональная схема VGA-усилителя с линейной шкалой



Рис. 2. Графики зависимости коэффициента усиления VGA-усилителя и его погрешности от значения цифрового кода на входе цифрового потенциометра

питания и обеспечивает ток нагрузки до 6.5 мА.

Цифровой потенциометр AD5292 содержит внутреннюю перепрограммируемую (до 20 раз) память, что позволяет пользователю устанавливать необходимый коэффициент усиления.

Максимальный коэффициент усиления G_{\max} VGA-усилителя на основе ИМС OP184 определяется выражением:

$$G_{\max} = 1 + \frac{R_{AB}}{R_2}. \quad (1)$$

Максимальный ток, протекающий через цифровой потенциометр AD5292, не превы-

* *Variable Gain Noninverting Amplifier using the AD5292 Digital Potentiometer and the OP184 Op Amp // Circuits from the Lab. CN0112 (www.analog.com). Сокращенный перевод и комментарии В. Романова.*

шает ± 3 мА. Величина этого тока ограничивает уровень максимального входного напряжения V_{IN} , т.е.

$$|V_{INmax}| \leq 0.003R_2. \quad (2)$$

Если уровень входного напряжения V_{INmax} больше рассчитанного значения, то согласно (2) необходимо увеличить значение сопротивления R_2 и пересчитать коэффициент усиления G в соответствии с (1).

Выражение, связывающее коэффициент усиления VGA-усилителя G с цифровым кодом на входе потенциометра AD5292, имеет следующий вид:

$$G = 1 + \frac{(1024 - D) R_{AB}}{1024R_2}, \quad (3)$$

где D – десятичный эквивалент цифрового кода на входе цифрового потенциометра AD5292.

Если на вход VGA-усилителя поступает сигнал переменного тока, то на точность коэффициента усиления влияют паразитные емкости и индуктивности, которые вызывают появление осцилляций на выходе усилителя. Для ослабления этих осцилляций, рис. 3, между инвертирующим входом ОУ OP184 и его выходом можно включить конденсатор C_1 емкостью до 10 пФ, рис. 4.

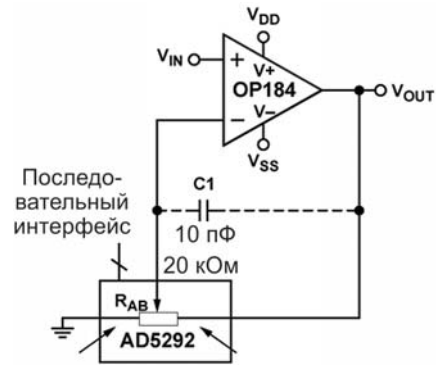


Рис. 4. Функциональная схема VGA-усилителя с логарифмической шкалой

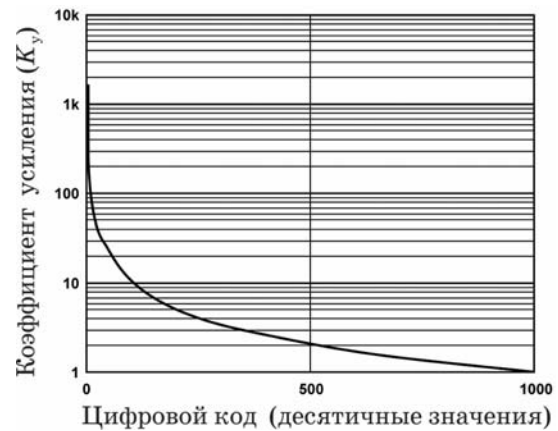


Рис. 5. График зависимости коэффициента усиления VGA-усилителя с логарифмической шкалой от значения цифрового кода на входе цифрового потенциометра

При необходимости VGA-усилитель с линейной шкалой, рис. 1, может быть легко преобразован в VGA-усилитель с логарифмической шкалой, рис. 4. График зависимости коэффициента усиления такого усилителя от входного кода цифрового потенциометра приведен на рис. 5. Коэффициент усиления $G_{лог}$ этого усилителя определяется следующим выражением:

$$G_{лог} = 1 + \frac{(1024 - D)}{D} = \frac{1024}{D}. \quad (4)$$

ВЫВОДЫ

Используя операционный усилитель и цифровой потенциометр, можно легко построить недорогой VGA-усилитель с линейной или логарифмической шкалой.

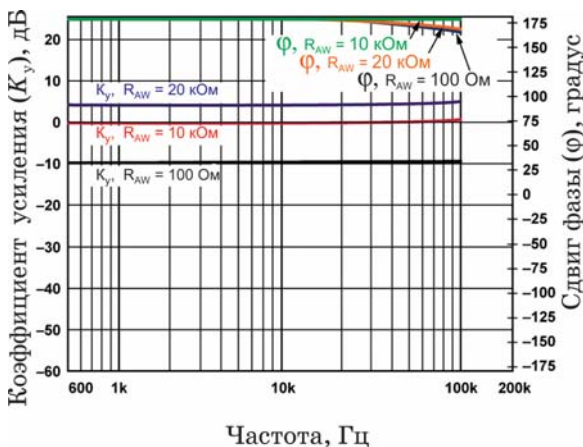


Рис. 3. Графики зависимости коэффициента усиления VGA-усилителя и сдвига фазы на его выходе от частоты входного сигнала