

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВОГО ПОТЕНЦИОМЕТРА DS3906 В ПОВЫШАЮЩИХ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ

При использовании DC/DC-преобразователей разработки часто сталкиваются с одной проблемой: на их выходе можно получить лишь стандартный набор фиксированных выходных напряжений. Если необходима калибровка или точная подстройка выходного напряжения, то приходится использовать прецизионные резисторы. В данной статье показывается, как с помощью использования цифрового потенциометра DS3906 в петле обратной связи повышающего DC/DC-преобразователя можно провести калибровку или подстройку значения выходного напряжения. При параллельном включении с дополнительным резистором DS3906 способен обеспечивать точность подстройки в доли Ома.

Обсуждаемая в данной статье схема также включает MAX5025, повышающий DC/DC-преобразователь производства компании Maxim, который способен обеспечивать напряжения до 36 В и имеет максимальную мощность 120 мВт.

ПОВЫШАЮЩИЙ DC/DC-ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ: ТРАДИЦИОННАЯ СХЕМА

Типичная схема повышающего DC/DC-преобразователя, которая приведена в технической документации на MAX5025, показана на рис. 1. В этой схеме выходное напряжение V_{out} определяется соотношением сопротивлений резисторов R1 и R2, которые имеют фиксированные значе-

ния сопротивлений. Эти два резистора образуют делитель напряжения, через который часть выходного напряжения попадает на вывод FB микросхемы, таким образом образуя петлю обратной связи. Система находится в равновесном состоянии в том случае, если напряжение V_{out} имеет необходимую величину и через делитель напряжения на основе резисторов R1/R2

на выводе FB присутствует напряжение, равное 1,25 В. Если напряжение V_{out} опускается ниже заданного уровня, при этом также уменьшается и значение напряжения на выводе FB (напряжение V_{fb} опускается ниже значения 1,25 В), и DC/DC-преобразователь обеспечивает дополнительную мощность до тех пор, пока напряжение V_{fb} вновь не достигнет 1,25 В. Рассмотрим уравнение 1, которое взято из технического описания MAX5025, и решим его относительно V_{out} — мы получаем уравнение 2), в котором V_{ref} (равновесное напряжение обратной связи на выводе FB) для MAX5025 равно 1,25 В.

ДОБАВЛЯЕМ В ЦЕПЬ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ЦИФРОВОЙ ПОТЕНЦИОМЕТР

Существует несколько возможностей добавить цифровой потенциометр в цепь обратной связи схемы, показанной на рис. 1, однако мы будем использовать делитель напряжения, который показан на рис. 2.

Показанная на рисунке 2 схема позволяет точно подстраивать выходное значение DC/DC-преобразователя вблизи заданной величины.

$$R_1 = R_2 \left(\frac{V_{OUT}}{V_{REF}} - 1 \right)$$

Уравнение 1.

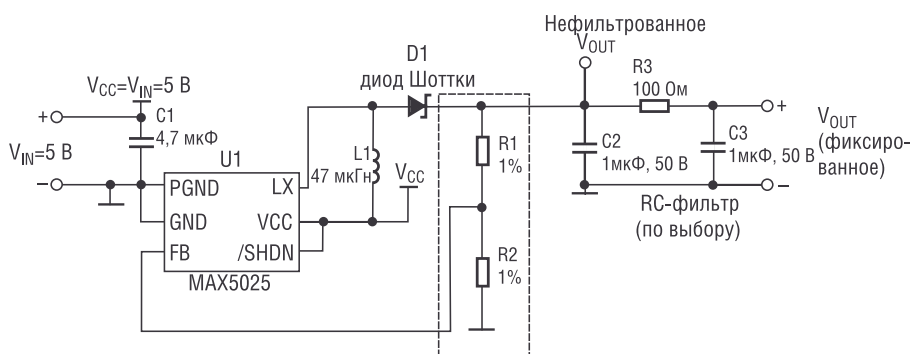


Рис. 1. Традиционная схема повышающего DC/DC-преобразователя

Таблица 1. Подбор значений сопротивлений R1 и R2 для схемы с внешним резистором

| Десятичное значение | Шестнадцатиричное значение | Резисторы 0,1 | Резистор 2 | R0,1 R _{EXT0,1} | R2 R _{EXT2} |
|---------------------|----------------------------|---------------|------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | (R0,1) | (R2) | (Эффективное сопротивление R) | (Эффективное сопротивление R) |
| 0 | 0 | 175 | 469,7 | 58,11 | 166,53 |
| 1 | 1 | 178,8 | 476,4 | 58,52 | 167,36 |
| 2 | 2 | 182,7 | 483,2 | 58,94 | 168,19 |
| 3 | 3 | 186,8 | 490,1 | 59,36 | 169,02 |
| 4 | 4 | 190,9 | 497,2 | 59,76 | 169,86 |
| 5 | 5 | 195,2 | 504,4 | 60,18 | 170,69 |
| 6 | 6 | 199,6 | 511,7 | 60,59 | 171,52 |
| 7 | 7 | 204,2 | 519,2 | 61,01 | 172,35 |
| 8 | 8 | 208,9 | 526,8 | 61,42 | 173,18 |
| 9 | 9 | 213,7 | 534,6 | 61,83 | 174,02 |
| 10 | 0A | 218,8 | 542,5 | 62,25 | 174,85 |
| 11 | 0B | 223,9 | 550,6 | 62,65 | 175,68 |
| 12 | 0C | 229,3 | 558,8 | 63,07 | 176,51 |
| 13 | 0D | 234,9 | 567,3 | 63,49 | 177,35 |
| 14 | 0E | 240,6 | 575,9 | 63,90 | 178,18 |
| 15 | 0F | 246,6 | 584,6 | 64,31 | 179,00 |
| 16 | 10 | 252,8 | 593,6 | 64,73 | 179,84 |
| 17 | 11 | 259,2 | 602,8 | 65,14 | 180,67 |
| 18 | 12 | 265,9 | 612,1 | 65,55 | 181,50 |
| 19 | 13 | 272,8 | 621,7 | 65,96 | 182,33 |
| 20 | 14 | 280 | 631,5 | 66,38 | 183,17 |
| 21 | 15 | 287,5 | 641,5 | 66,79 | 184,00 |
| 22 | 16 | 295,3 | 651,7 | 67,20 | 184,83 |
| 23 | 17 | 303,5 | 662,2 | 67,62 | 185,66 |
| 24 | 18 | 312 | 672,9 | 68,03 | 186,50 |
| 25 | 19 | 320,8 | 683,8 | 68,44 | 187,32 |
| 26 | 1A | 330,1 | 695 | 68,85 | 188,15 |
| 27 | 1B | 339,8 | 706,5 | 69,27 | 188,99 |
| 28 | 1C | 350 | 718,3 | 69,68 | 189,82 |
| 29 | 1D | 360,7 | 730,3 | 70,09 | 190,65 |
| 30 | 1E | 371,9 | 742,7 | 70,51 | 191,48 |
| 31 | 1F | 383,7 | 755,4 | 70,92 | 192,32 |
| 32 | 20 | 396,1 | 768,4 | 71,33 | 193,15 |
| 33 | 21 | 409,1 | 781,7 | 71,74 | 193,98 |
| 34 | 22 | 422,9 | 795,4 | 72,16 | 194,81 |
| 35 | 23 | 437,5 | 809,4 | 72,57 | 195,64 |
| 36 | 24 | 452,9 | 823,9 | 72,98 | 196,47 |
| 37 | 25 | 469,3 | 838,7 | 73,39 | 197,31 |
| 38 | 26 | 486,7 | 853,9 | 73,81 | 198,13 |
| 39 | 27 | 505,2 | 869,6 | 74,22 | 198,97 |
| 40 | 28 | 525 | 885,7 | 74,63 | 199,80 |
| 41 | 29 | 546,1 | 902,3 | 75,04 | 200,63 |
| 42 | 2A | 568,8 | 919,4 | 75,46 | 201,47 |
| 43 | 2B | 593,1 | 936,9 | 75,87 | 202,29 |
| 44 | 2C | 619,2 | 955,1 | 76,28 | 203,13 |
| 45 | 2D | 647,5 | 973,7 | 76,70 | 203,96 |
| 46 | 2E | 678,1 | 993 | 77,11 | 204,79 |
| 47 | 2F | 711,4 | 1012,8 | 77,52 | 205,62 |
| 48 | 30 | 747,7 | 1033,3 | 77,93 | 206,45 |
| 49 | 31 | 787,5 | 1054,5 | 78,34 | 207,28 |
| 50 | 32 | 831,3 | 1076,4 | 78,76 | 208,12 |
| 51 | 33 | 879,6 | 1099 | 79,17 | 208,95 |
| 52 | 34 | 933,3 | 1122,4 | 79,58 | 209,78 |
| 53 | 35 | 993,4 | 1146,6 | 79,99 | 210,61 |
| 54 | 36 | 1060,9 | 1171,7 | 80,41 | 211,44 |
| 55 | 37 | 1137,5 | 1197,7 | 80,82 | 212,27 |
| 56 | 38 | 1225 | 1224,7 | 81,23 | 213,11 |
| 57 | 39 | 1326 | 1252,7 | 81,64 | 213,94 |
| 58 | 3A | 1443,8 | 1281,7 | 82,06 | 214,77 |
| 59 | 3B | 1583 | 1311,9 | 82,47 | 215,60 |
| 60 | 3C | 1750 | 1343,3 | 82,88 | 216,43 |
| 61 | 3D | 1954,2 | 1376 | 83,29 | 217,26 |
| 62 | 3E | 2209,4 | 1410,1 | 83,70 | 218,10 |
| 63 | 3F | 2537,5 | 1445,6 | 84,12 | 218,93 |

Таблица 2. Подбор значений сопротивлений R1 и R2 для схемы без внешнего резистора

| Десятичное значение | Шестнадцатиричное значение | Резисторы 0,1 (R0,1) | | | Резистор 2 (R2) | | |
|---------------------|----------------------------|----------------------|---------|---------|-----------------|---------|---------|
| | | -20% | Номинал | 20% | -20% | Номинал | 20% |
| 0 | 0 | 140 | 175 | 210 | 375,76 | 469,7 | 563,64 |
| 1 | 1 | 143,04 | 178,8 | 214,56 | 381,12 | 476,4 | 571,68 |
| 2 | 2 | 146,16 | 182,7 | 219,24 | 386,56 | 483,2 | 579,84 |
| 3 | 3 | 149,44 | 186,8 | 224,16 | 392,08 | 490,1 | 588,12 |
| 4 | 4 | 152,72 | 190,9 | 229,08 | 397,76 | 497,2 | 596,64 |
| 5 | 5 | 156,16 | 195,2 | 234,24 | 403,52 | 504,4 | 605,28 |
| 6 | 6 | 159,68 | 199,6 | 239,52 | 409,36 | 511,7 | 614,04 |
| 7 | 7 | 163,36 | 204,2 | 245,04 | 415,36 | 519,2 | 623,04 |
| 8 | 8 | 167,12 | 208,9 | 250,68 | 421,44 | 526,8 | 632,16 |
| 9 | 9 | 170,96 | 213,7 | 256,44 | 427,68 | 534,6 | 641,52 |
| 10 | 0A | 175,04 | 218,8 | 262,56 | 434 | 542,5 | 651 |
| 11 | 0B | 179,12 | 223,9 | 268,68 | 440,48 | 550,6 | 660,72 |
| 12 | 0C | 183,44 | 229,3 | 275,16 | 447,04 | 558,8 | 670,56 |
| 13 | 0D | 187,92 | 234,9 | 281,88 | 453,84 | 567,3 | 680,76 |
| 14 | 0E | 192,48 | 240,6 | 288,72 | 460,72 | 575,9 | 691,08 |
| 15 | 0F | 197,28 | 246,6 | 295,92 | 467,68 | 584,6 | 701,52 |
| 16 | 10 | 202,24 | 252,8 | 303,36 | 474,88 | 593,6 | 712,32 |
| 17 | 11 | 207,36 | 259,2 | 311,04 | 482,24 | 602,8 | 723,36 |
| 18 | 12 | 212,72 | 265,9 | 319,08 | 489,68 | 612,1 | 734,52 |
| 19 | 13 | 218,24 | 272,8 | 327,36 | 497,36 | 621,7 | 746,04 |
| 20 | 14 | 224 | 280 | 336 | 505,2 | 631,5 | 757,8 |
| 21 | 15 | 230 | 287,5 | 345 | 513,2 | 641,5 | 769,8 |
| 22 | 16 | 236,24 | 295,3 | 354,36 | 521,36 | 651,7 | 782,04 |
| 23 | 17 | 242,8 | 303,5 | 364,2 | 529,76 | 662,2 | 794,64 |
| 24 | 18 | 249,6 | 312 | 374,4 | 538,32 | 672,9 | 807,48 |
| 25 | 19 | 256,64 | 320,8 | 384,96 | 547,04 | 683,8 | 820,56 |
| 26 | 1A | 264,08 | 330,1 | 396,12 | 556 | 695 | 834 |
| 27 | 1B | 271,84 | 339,8 | 407,76 | 565,2 | 706,5 | 847,8 |
| 28 | 1C | 280 | 350 | 420 | 574,64 | 718,3 | 861,96 |
| 29 | 1D | 288,56 | 360,7 | 432,84 | 584,24 | 730,3 | 876,36 |
| 30 | 1E | 297,52 | 371,9 | 446,28 | 594,16 | 742,7 | 891,24 |
| 31 | 1F | 306,96 | 383,7 | 460,44 | 604,32 | 755,4 | 906,48 |
| 32 | 20 | 316,88 | 396,1 | 475,32 | 614,72 | 768,4 | 922,08 |
| 33 | 21 | 327,28 | 409,1 | 490,92 | 625,36 | 781,7 | 938,04 |
| 34 | 22 | 338,32 | 422,9 | 507,48 | 636,32 | 795,4 | 954,48 |
| 35 | 23 | 350 | 437,5 | 525 | 647,52 | 809,4 | 971,28 |
| 36 | 24 | 362,32 | 452,9 | 543,48 | 659,12 | 823,9 | 988,68 |
| 37 | 25 | 375,44 | 469,3 | 563,16 | 670,96 | 838,7 | 1006,44 |
| 38 | 26 | 389,36 | 486,7 | 584,04 | 683,12 | 853,9 | 1024,68 |
| 39 | 27 | 404,16 | 505,2 | 606,24 | 695,68 | 869,6 | 1043,52 |
| 40 | 28 | 420 | 525 | 630 | 708,56 | 885,7 | 1062,84 |
| 41 | 29 | 436,88 | 546,1 | 655,32 | 721,84 | 902,3 | 1082,76 |
| 42 | 2A | 455,04 | 568,8 | 682,56 | 735,52 | 919,4 | 1103,28 |
| 43 | 2B | 474,48 | 593,1 | 711,72 | 749,52 | 936,9 | 1124,28 |
| 44 | 2C | 495,36 | 619,2 | 743,04 | 764,08 | 955,1 | 1146,12 |
| 45 | 2D | 518 | 647,5 | 777 | 778,96 | 973,7 | 1168,44 |
| 46 | 2E | 542,48 | 678,1 | 813,72 | 794,4 | 993 | 1191,6 |
| 47 | 2F | 569,12 | 711,4 | 853,68 | 810,24 | 1012,8 | 1215,36 |
| 48 | 30 | 598,16 | 747,7 | 897,24 | 826,64 | 1033,3 | 1239,96 |
| 49 | 31 | 630 | 787,5 | 945 | 843,6 | 1054,5 | 1265,4 |
| 50 | 32 | 665,04 | 831,3 | 997,56 | 861,12 | 1076,4 | 1291,68 |
| 51 | 33 | 703,68 | 879,6 | 1055,52 | 879,2 | 1099 | 1318,8 |
| 52 | 34 | 746,64 | 933,3 | 1119,96 | 897,92 | 1122,4 | 1346,88 |
| 53 | 35 | 794,72 | 993,4 | 1192,08 | 917,28 | 1146,6 | 1375,92 |
| 54 | 36 | 848,72 | 1060,9 | 1273,08 | 937,36 | 1171,7 | 1406,04 |
| 55 | 37 | 910 | 1137,5 | 1365 | 958,16 | 1197,7 | 1437,24 |
| 56 | 38 | 980 | 1225 | 1470 | 979,76 | 1224,7 | 1469,64 |
| 57 | 39 | 1060,8 | 1326 | 1591,2 | 1002,16 | 1252,7 | 1503,24 |
| 58 | 3A | 1155,04 | 1443,8 | 1732,56 | 1025,36 | 1281,7 | 1538,04 |
| 59 | 3B | 1266,4 | 1583 | 1899,6 | 1049,52 | 1311,9 | 1574,28 |
| 60 | 3C | 1400 | 1750 | 2100 | 1074,64 | 1343,3 | 1611,96 |
| 61 | 3D | 1563,36 | 1954,2 | 2345,04 | 1100,8 | 1376 | 1651,2 |
| 62 | 3E | 1767,52 | 2209,4 | 2651,28 | 1128,08 | 1410,1 | 1692,12 |
| 63 | 3F | 2030 | 2537,5 | 3045 | 1156,48 | 1445,6 | 1734,72 |

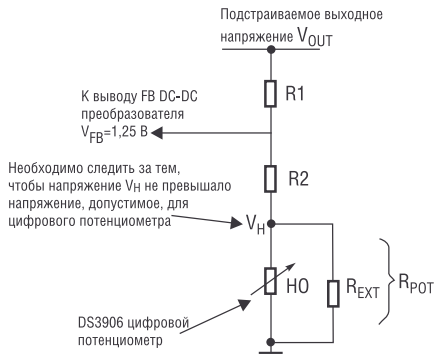


Рис. 2. Использование цифрового потенциометра в цепи обратной связи

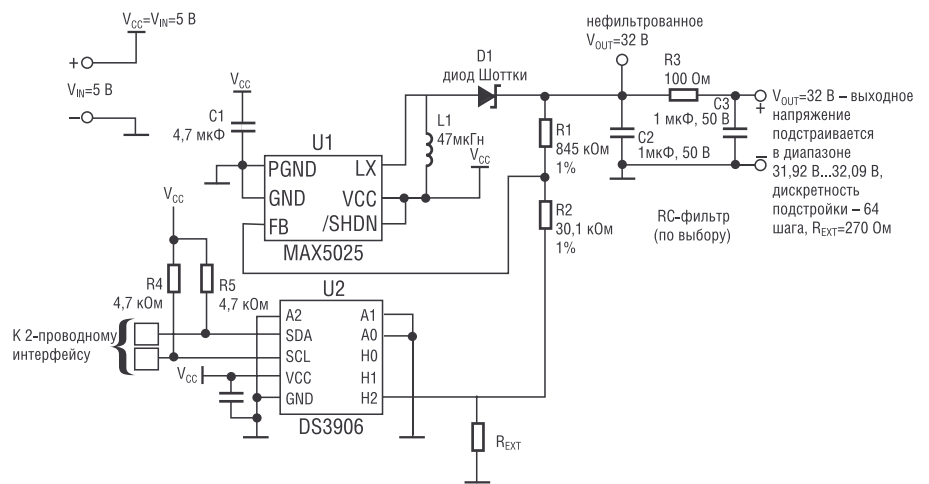


Рис. 3. Окончательный вариант схемы на основе DS3906

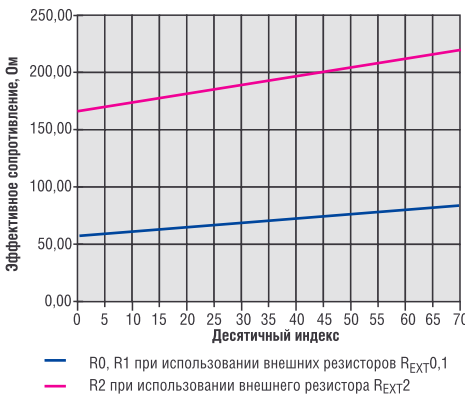


Рис. 4. Значения сопротивлений при использовании внешнего резистора

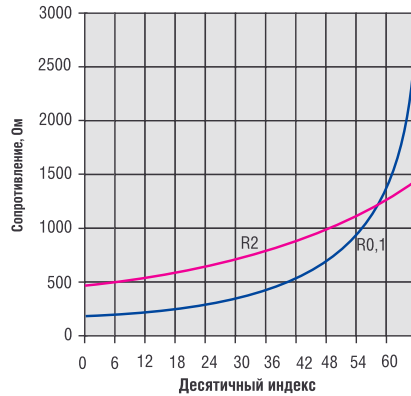


Рис. 5. Значения сопротивлений без использования внешнего резистора

Уравнение 1 может быть переписано в измененном виде:

$$V_{OUT} = V_{REF} \left(\frac{R_1}{R_2} + 1 \right) \quad \text{Уравнение 2.}$$

РАСЧЕТЫ

Все дальнейшие расчеты проводятся, исходя из следующих предположений: V_{ref} и V_{fb} полагаются равными 1,25 В, считается, что на выходе необходимо получить напряжение 32 В и при этом потенциометр установлен на середину своего диапазона (позиция 20h), а вместе с DS3906 используется внешний резистор, что обеспе-

чивает линейность характеристик.

Подробности того, как подобрать для DS3906 внешний резистор описываются в статье «Resistor Calculator for the DS3906», размещенной по адресу http://www.maximic.com/appnotes.cfm/appnote_number/3525, а также в прилагаемых к статье таблицах. Для схемы, показанной на рис. 3, помимо внутреннего резистора на выводе H2 потенциометра DS3906, используется внешний резистор сопротивлением 270 Ом. В этом случае среднее значение сопротивления составляет приблизительно 200 Ом,

и это значение мы используем при вычислении значений сопротивления резисторов R1 и R2, которые используются в схеме MAX5025.

Принимая, что для R2 используется 9,8 кОм, из уравнения 1 мы находим сопротивление резистора R1 – оно будет равно 246 кОм.

С помощью упомянутых выше таблиц можно определить диапазон выходных напряжений, который вы можете запрограммировать для данной схемы. Работая с этими таблицами вы увидите, что можно очень точно подстраивать значение выходного напряжения. Кроме этого, пользуясь таблицами, вы имеете возможность поэкспериментировать с различными величинами R1, R2 и внешнего резистора, который включается параллельно внутреннему резистору H2 потенциометра DS3906.

По вопросам получения технической информации, заказа образцов и поставки обращайтесь в компанию КОМПЭЛ.
E-mail: analog-207@a.compel.ru.