

УЛЬТРА КОМПАКТНІ DC/DC-ПЕРЕТВОРЮВАЧІ МАЛОЇ ПОТУЖНОСТІ КОМПАНІЇ RECOM

У статті наведена коротка інформація про малагабаритні модулі компанії *Recom* у корпусі QFN. Завдяки використанню технології *flip-chip* модулі мають високу питому потужність і не потребують зовнішніх радіаторів для відведення тепла. Широкий діапазон вхідної напруги від 4 до 36 В дозволяє використовувати ці модулі від вхідної шини живлення 5, 12, 15 або 24 В.

В. Макаренко

ULTRA-COMPACT LOW-POWER DC/DC CONVERTERS OF THE RECOM COMPANY

Abstract – The article provides brief information about *Recom*'s small-sized modules in a QFN package. Thanks to the use of *flip-chip* technology, the modules have a high specific power and do not require external radiators for heat removal. A wide input voltage range from 4 to 36 V allows these modules to be used from a 5, 12, 15 or 24 V input bus.

V. Makarenko

Модулі серії RPX використовують нову технологію *flip-chip*, що дозволяє значно збільшити питому потужність та відведення тепла.

Нові силові модулі RPX-1.0, RPX-1.5 та RPX-2.5 компанії RECOM забезпечують високу питому потужність у корпусі QFN з покращеним тепловідведенням у робочому діапазоні температур до 85 °С при природній конвекції повітря. Модулі з вихідним струмом 1 і 1.5 А у корпусі 3×5×1.6 мм працюють при вхідній напрузі від 4 до 36 В, дозволяючи використовувати нестабілізовані шини живлення 5, 12, 15 та 24 В. Вихідна напруга встановлюється за допомогою 2-х резисторів у діапазоні від 0.8 до 30 В [1].

Модулі з вихідним струмом 2.5 А випускаються у корпусі QFN розміром 4×4.5×2 мм працюють в діапазоні вхідної напруги від 4.5 до 28 В забезпечуючи функціонування від вхідної шини живлення 5, 12, 15 або 24 В. Вихідна напруга може бути встановлена в діапазоні від 1.2 до 6 В з використанням 2-х резисторів.

Основні особливості модулів:

- силовий модуль з технологією 3D монтажу та інтегроване котушкою індуктивності в мініатюрному корпусі QFN
- корпус із оптимізованим відведенням тепла забезпечує роботу при температурах до +105 °С без примусового охолодження
- версії з вихідним струмом 1, 1.5 чи 2.5 А
- вхідна напруга від 4 до 36 В DC
- настроюваний за допомогою двох резисторів вихід
- постійно високий ККД у широкому діапазоні навантажень (5-100%);
- широкий діапазон робочих температур від -40 до +105 °С при повному навантаженні;

- ККД до 91%, немає потреби в радіаторах
- вбудовані системи захисту від КЗ, перевантаження, перегріву та від зниженої напруги (з регульованим рівнем спрацьовування)
- фільтр класу ЕМЗ А або В.

У табл. 1 наведено перелік модулів серії RPX у корпусі QFN [2-7].

Таблиця 1. Модулі серії RPX у корпусі QFN

Модель	Вихідний струм, А	Вхідна напруга, В	Вихідна напруга, В
RPX-0.5Q	0.5	4.0...36.0	0.8...34
RPX-1.0	1	4.0...36.0	0.8...24
RPX-1.5	1.5	4.0...36.0	0.8...24
RPX-1.5Q	1.5	4.0...36.0	0.8...30
RPX-2.5	2.5	4.5...28.0	1.2...6
RPX-4.0	4.0	3.8...36.0	1...7

Розглянемо більш детально характеристики модуля RPX-1.0 [2], зовнішній вигляд якого наведено на рис. 1.



Рис. 1. Зовнішній вигляд модуля RPX-1.0

Типова схема включення RPX-1.0 наведена на рис. 2.

Вихідна напруга задається дільником R3, R4. Розрахувати опір R4 при заданному R3 можна за формулою

$$R_4 = R_3 / (V_{OUT} / V_{FB} - 1),$$

де $V_{FB} = 0.807$ В.

Опір резистора R3 рекомендується обирати 75 кОм при значенні вихідної напруги більше 1 В. У [2] наведено приклад розрахунку для вихідної напруги 1.5 В. У табл. 2 наведені розраховані опори резистора R4 (ряд E96) для різних значень вихідної напруги.

Таблиця 2. Значення опору резистора R4 для різних значень вихідної напруги

V _{OUT} , В	1.5	1.8	2.5	3.3	5	12	24
R4, кОм	86.6	60.4	35.7	24.3	14.3	5.36	2.61

Основні параметри модуля RPX-1.0:

- частота комутації силового ключа DC/DC-перетворювача від 450 до 2200 кГц

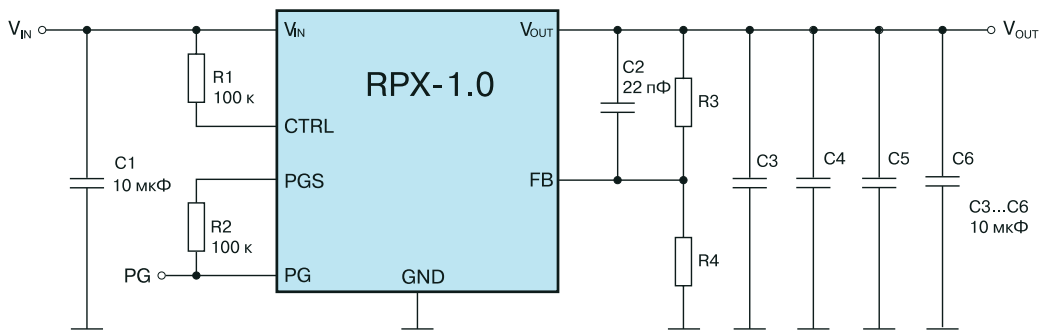


Рис. 2. Типова схема включення модуля RPX-1.0

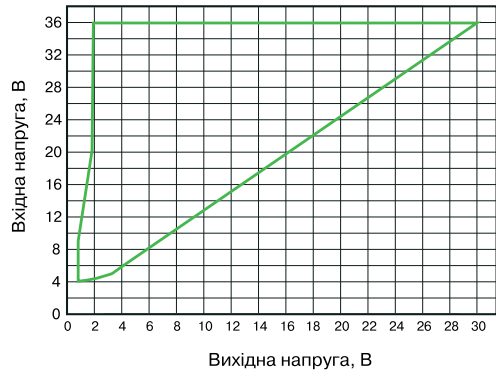


Рис. 3. Безпечна робоча область модуля RPX-1.0

- температура кристалу від -40 до 125 °С
- тепловий коефіцієнт корпус-навколишнє середовище 46 °К/Вт
- спрацьовування захисту від перегріву при температурі кристалу 170 °С (автоматичне відновлення роботи після охолодження до припустимої робочої температури).

Безпечна робоча область модуля наведена на рис. 3. Параметри модуля дещо змінюються в залежності від вихідної напруги. На рис. 4 наведені

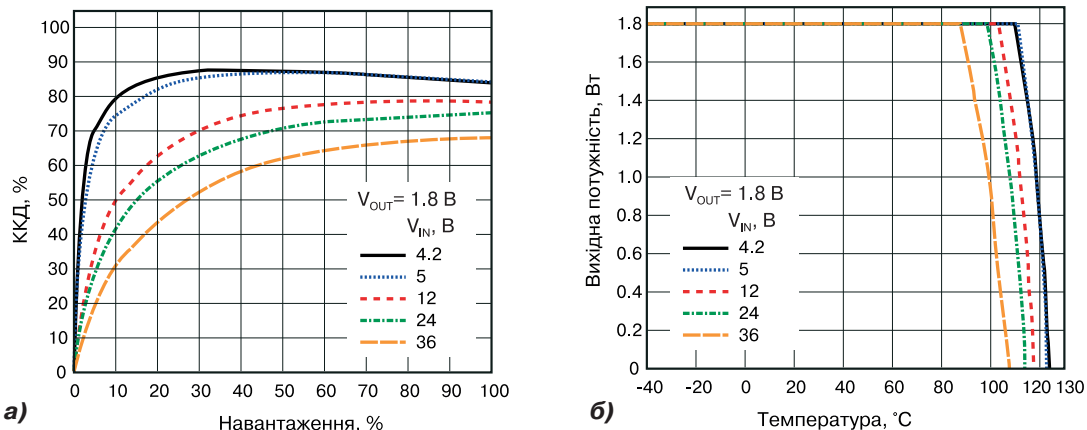


Рис. 4. Графіки залежності ККД від навантаження (а) вихідної потужності від температури (б) модуля RPX-1.0 при вихідній напрузі 1.8 В

графіки залежності ККД від навантаження (а) вихідної потужності від температури (б) модуля RPX-1.0 при вихідній напрузі 1.8 В і різних значеннях вхідної напруги.

Графіки залежності розсіюваної модулем RPX-1.0 потужності при вихідній напрузі 1.8 В наведені на рис. 5.

Аналогічні графіки для вихідної напруги 24 В наведені на рис. 6 і 7.

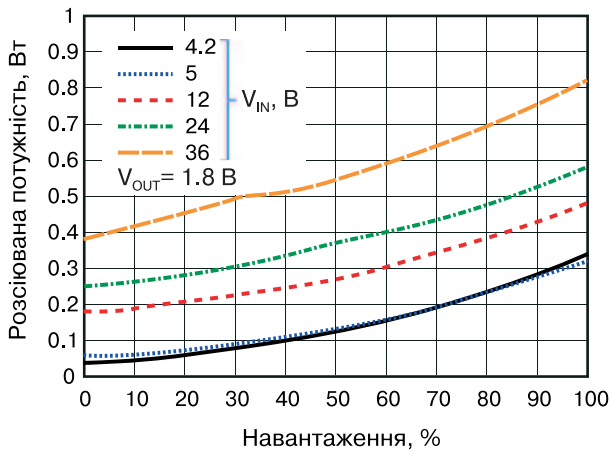


Рис. 5. Графіки залежності розсіюваної модулем RPX-1.0 потужності при вихідній напрузі 1.8 В

Порівнюючи параметри модуля при різних значеннях вихідної напруги, можна зробити висновок, що максимальний ККД 95% відсотків досягається при максимальній вихідній напрузі. При вихідній напрузі 1.8 В ККД не перевищує значення 88% і це потрібно враховувати при виборі модуля для застосування. Розсіювання модулем потужність теж залежить від значення вихідної напруги, що ілюструють графіки на рис. 5 та 7.

Для порівняння розглянемо основні параметри модуля RPX-2.5, зовнішній вигляд якого наведений



Рис. 8. Модуль RPX-2.5

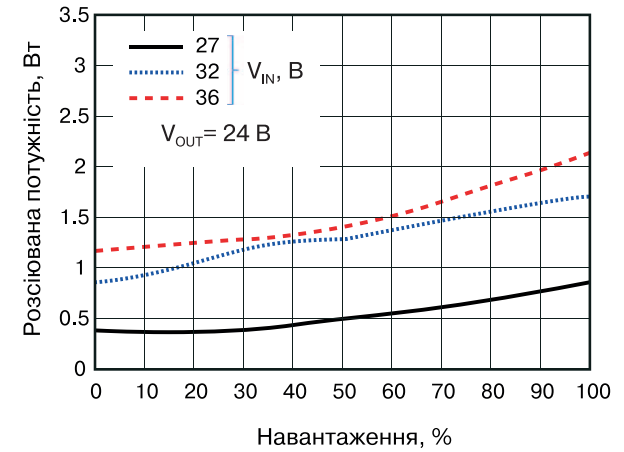


Рис. 7. Графіки залежності розсіюваної модулем RPX-1.0 потужності при вихідній напрузі 24 В

на рис. 8 [6]. Це понижувальний DC/DC-перетворювач із вбудованою котушкою індуктивності у корпусі QFN розміром 4.5×4×2 мм (найменший у своєму класі).

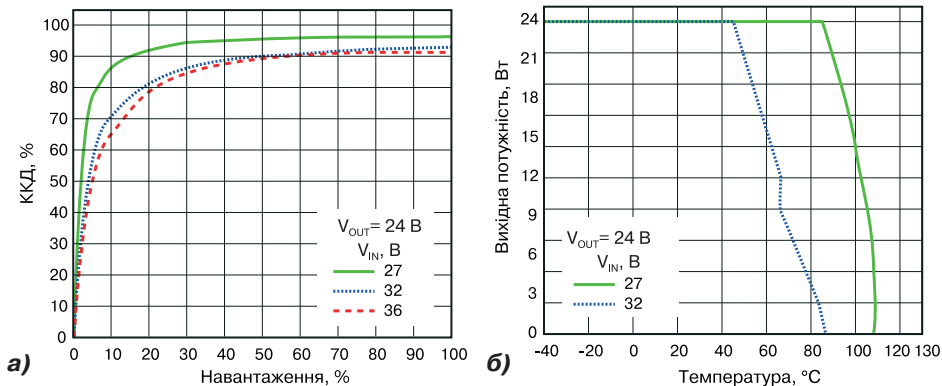


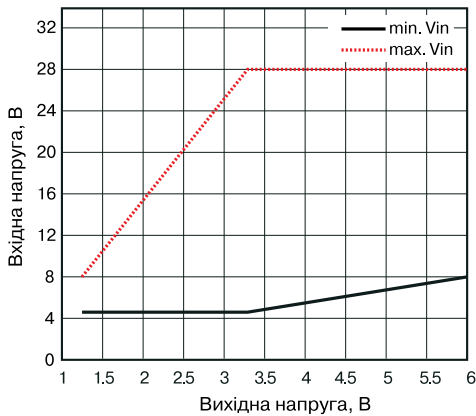
Рис. 6. Графіки залежності ККД від навантаження (а) вихідної потужності від температури (б) модуля RPX-1.0 при вихідній напрузі 24 В

до 6 В, вихідний струм до 2.5 А. Модуль має вбудовані системи захисту від короткого замикання, перевантаження вихідного струму, пониженої вихідної напруги та перегрівання.

Основні параметри модуля:

- вхідний струм в режимі вимкнення не більше 1.6 мкА
- струм споживання в режимі сну не більше 2 мкА
- час вмикання не більше 6 мс
- частота комутації силових ключів 550...1000 кГц (750 кГц типове значення)
- пульсації вихідної напруги не більше 20 мВ (від піку до піку) у смузі аналізу 20 МГц.

Схема включення модуля наведена на рис. 9. Безпечна робоча область модуля RPX-2.5 наведена на рис. 10.



Типові умови експлуатації		
V_{IN}, B	V_{OUT}, B	I_{OUT}, A
24	5	2
24	3.3	2.1
12	5	2.5
12	3.3	2.5
5	3.3	2.5
5	1.2	2.5

Рис. 10. Безпечна робоча область модуля RPX-2.5

Графіки залежності ККД від навантаження при різних значеннях вхідної та вихідної напруги наведені на рис. 11.

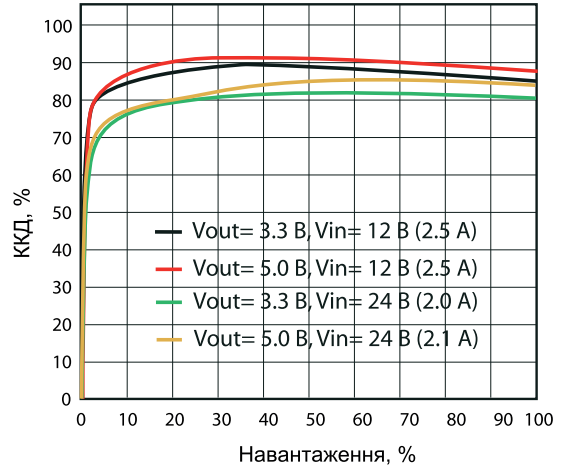


Рис. 11. Графіки залежності ККД від навантаження при різних значеннях вхідної та вихідної напруги

У [6] наведені рекомендовані значення опорів резисторів R_{UVLO} (рис. 9) для різних значень спрацьовування системи захисту від зниженої напруги та формули для розрахунку резисторів R_{FBT} та R_{FBB} , що встановлюють вихідну напругу модуля.

Модуль можна використовувати для формування від'ємної напруги як показано на рис. 12.

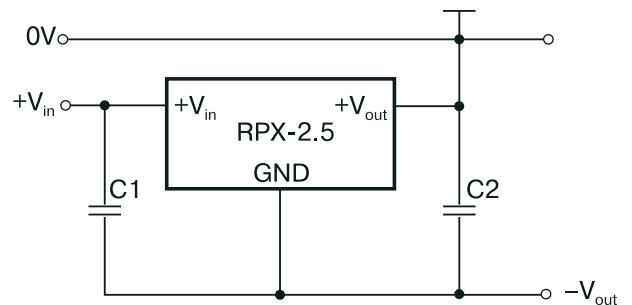


Рис. 12. Схема включення RPX-2.5 для формування від'ємної напруги

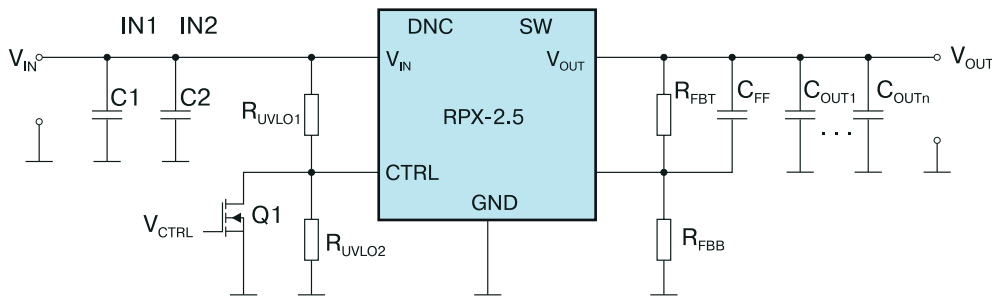


Рис. 9. Рекомендована схема включення модуля RPX-2.5

Схема включення RPX-2.5 з фільтром електромагнітних завад (ЕМЗ) наведена на рис. 13.

Більш детально про призначення та розрахунок елементів схеми можна дізнатись у [6]. З параметрами інших модулів серії RPX можна ознайомитись у [3-7].

Для більш детального ознайомлення з параметрами модулів компанія Recom пропонує налагоджувальні модулі без корпусу (рис. 14). Наприклад, для дослідження властивостей RPX-2.5 пропонується модуль RPX-2.5-EVM-1 [8].

Цей модуль дозволяє сформувати на виході одне з трьох значень напруги – 1.8, 3.3 або 5 В, як показано на принциповій схемі модуля (рис. 15).

Порядок роботи з модулем RPX-2.5-EVM-1 детально наведений у [8]. Компанія Recom випускає налагоджувальні модулі для кожного з модулів серії RPX [1].

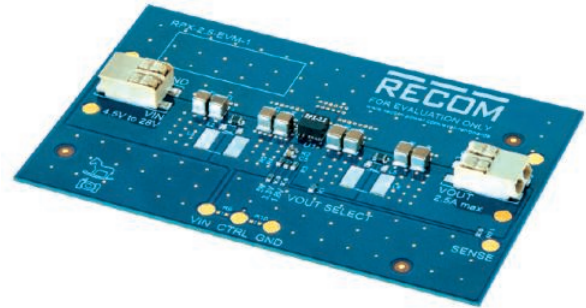
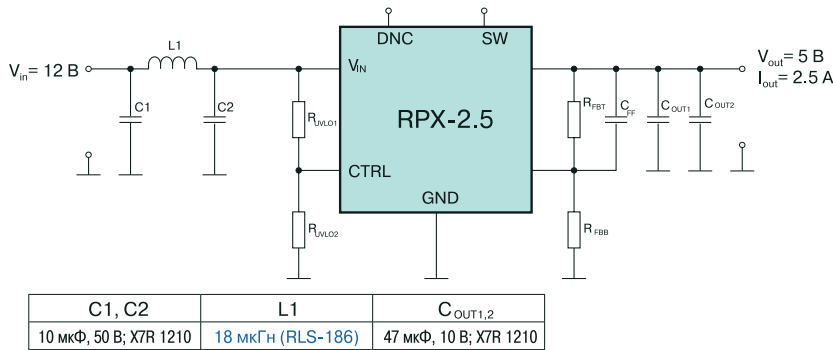


Рис. 14. Налаштунковий модуль RPX-2.5-EVM-1

ЛІТЕРАТУРА

1. <https://recom-power.com/ru/powermodules.html>

- 4.&utm_source=aac&utm_medium=mail&utm_campaign=newsletter
- 2. https://g.recomcdn.com/media/Datasheet/pdf/.flsfm97X/.t949edc23fade0802fd02/Datasheet-334/RPX-1_0.pdf
- 3. https://g.recomcdn.com/media/Datasheet/pdf/.f1yzm97X/.t7952c5bea4e9401c29a8/Datasheet-335/RPX-1_5.pdf
- 4. <https://g.recomcdn.com/media/Datasheet/pdf/.frdV01FY/.t99edbe768ef1ec44536b/Datasheet-531/RPX->



При вказаних на схемі номіналах виконується відповідність стандарту EN55032

Рис. 13. Схема включення RPX-2.5 з фільтром ЕМЗ

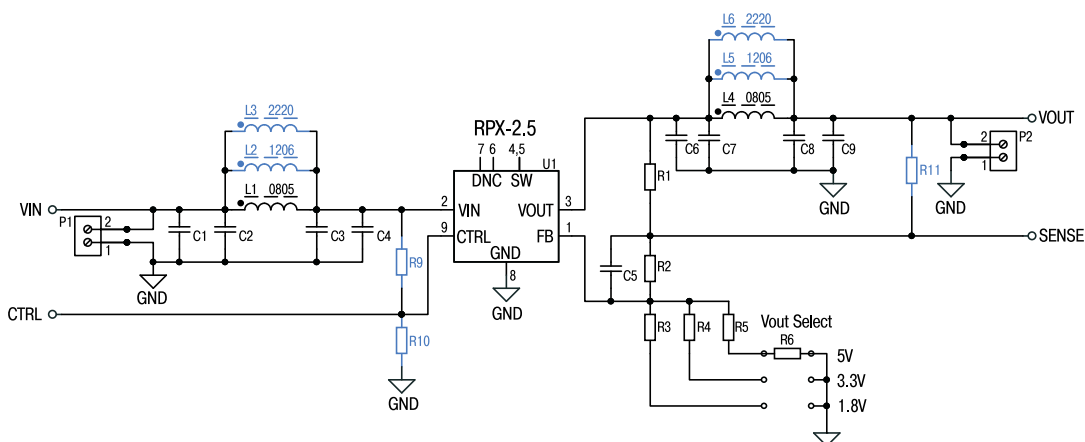


Рис. 15. Принципова схема налаштункового модуля RPX-2.5-EVM-1

1_5Q.pdf

5.[https://g.recomcdn.com/media/Datasheet/pdf/.frdV0lFY/.t99edbe768ef1ec44536b/Datasheet-531/RPX-](https://g.recomcdn.com/media/Datasheet/pdf/.frdV0lFY/.t99edbe768ef1ec44536b/Datasheet-531/RPX-1_5Q.pdf)

1_5Q.pdf

6.[https://g.recomcdn.com/media/Datasheet/pdf/.fmjmSoRX/.tbad7fe03ade2d7ad5981/Datasheet-](https://g.recomcdn.com/media/Datasheet/pdf/.fmjmSoRX/.tbad7fe03ade2d7ad5981/Datasheet-314/RPX-2_5.pdf)

314/RPX-2_5.pdf

7.[https://g.recomcdn.com/media/Datasheet/pdf/.f6i0q97X/.t5e9ce26ad2de08cb6b70/Datasheet-461/RPX-](https://g.recomcdn.com/media/Datasheet/pdf/.f6i0q97X/.t5e9ce26ad2de08cb6b70/Datasheet-461/RPX-4_0.pdf)

8.[https://g.recomcdn.com/media/Datasheet/pdf/.fF-pJlI2W/.t832f9b1934035b481c03/Datasheet-](https://g.recomcdn.com/media/Datasheet/pdf/.fF-pJlI2W/.t832f9b1934035b481c03/Datasheet-317/RPX-2_5-EVM-1.pdf)

317/RPX-2_5-EVM-1.pdf