

Міністерство освіти і науки України  
Сумський державний університет  
Шосткинський інститут Сумського державного університету  
Фармацевтична компанія «Фармак»  
Управління освіти Шосткинської міської ради  
Виконавчий комітет Шосткинської міської ради

# ОСВІТА, НАУКА ТА ВИРОБНИЦТВО: РОЗВИТОК ТА ПЕРСПЕКТИВИ

## МАТЕРІАЛИ III Всеукраїнської науково-методичної конференції

(Шостка, 19 квітня 2018 року)



Суми  
Сумський державний університет  
2018

## УСУНЕННЯ ГЕНЕРАЦІЇ В ІОНІСТОРНИХ ДЖЕРЕЛАХ ЖИВЛЕННЯ

Т.Г. Циганчук, А.В. Булашенко

Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського  
timastone97@gmail.com, an\_bulashenko@i.ua

При використанні операційної системи Linux у вбудованому обладнанні розширювати їх функціональні можливості досить просто[1,3]. Але функція забезпечування достатнього часу для безпечного завершення роботи при знятті живлення системи вимагає апаратного рішення [2]. Некоректне вимкнення може привести до втрати даних до такої точки, з якої система не зможе відновити свою роботу після чергової подачі живлення.

Одним із способів створення запаса часу для завершення роботи системи [4] є використання іоністорів (іноді їх називають суперконденсаторами) в якості резервного джерела живлення. За їх допомогою після вимкнення мережевої напруги можна забезпечити процесор живленням протягом декількох хвилин, що дозволяє йому записати на диск всі відкриті файли і таким чином завершити будь-які залишивші процеси.

Мікросхеми керування зарядом та разрядом іоністорів виробляються декількома ведучими виробниками. За рахунок того, що напруга на цих конденсаторах змінюється за рахунок їх заряду та разряда, звичайно виробники вмикають у склад таких мікросхем DC/DC перетворювачі, перетворюючи змінну напругу в стабільну, що підходить для живлення іншої системи. Ці мікросхеми, що випускають, продовжують підтримувати стабільну напругу живлення до тих пір, доки напруга на іоністорі не зменшиться до визначеного рівня. Однак коли напруга доходить до цього рівня, стандартні мікросхеми починають вести себе неадекватно.

Напруга, що виміряна на виводі конденсатора, є функцією запасеного заряду та спад напруги на внутрішньому опорі. Коли напруга на конденсаторі спадає нижче деякого порога, DC/DC перетворювач та інші навантаження відключаються. При цьому падіння напруги, що утворюється струмом навантаження на внутрішньому опорі, також зникає, за рахунок чого напруга на контактах іоністора знову збільшується.

При досить великому струмі, що споживається системою, результатом такого відновлення може стати те, що напруга на конденсаторі знову підвищиться до рівня, достатнього для повторного ввімкнення DC/DC перетворювача. Навантаження ввімнеться знову, напруга зменшиться, та перетворювач знову зупиниться. Це циклічне ввімкнення-ввимкнення буде повторюватися, що призведе до постійних коливань в колі живлення системи.

Для усунення таких коливань необхідна схема із керованим рівнем гістерезиса, що зберігає працездатність при найгірших режимах навантаження. Крім того, ця схема повинна працювати при напрузі живлення від 0 до 5 В. При створенні схеми було розглянуто декілька операційних підсилювачів, але навіть низковольтні підсилювачі, коли напруга на шині їх живлення зменшується до деякого рівня, ведуть себе непередбачено.

Схема, що дозволяє усунути всі перераховані проблеми, подана на рис. 1. Схема одержує живлення від напруги іоністора. Доки напруга на конденсаторі розте, починаючи з нуля, струм через стабілітрон D1 дуже малий. Коли же ця напруга досягає приблизно 4.3 В, через D1 та резистор R1 починає протікати струм. Цей струм, що рівний 150 мкА, створює на резисторі R1 падіння напруги порядку 0.7 В, та транзистор Q1 микається. Відповідно, транзистор Q2, відкритий до цього часу струмом, що надходить в його базу через R3, закривається. Напруга на базі Q3 збільшується, і транзистор починає проводити струм.

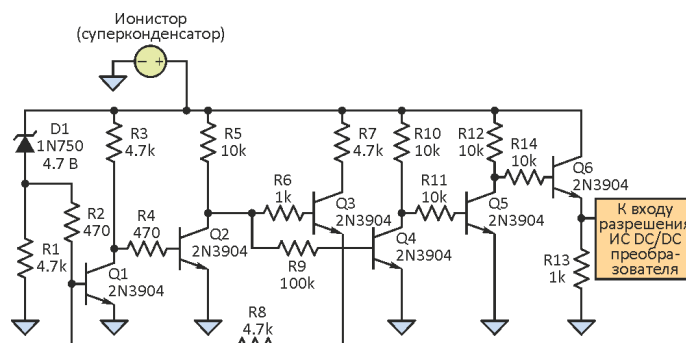


Рисунок 1

Струм транзистора Q3, проходячі через резистор R8, розподіляється між базою транзистора Q1 та резистором R1. Таким чином, якщо до цього падіння напруги на R1 визначалось тільки струмом стабілітрона D1, тепер воно збільшується за рахунок струма транзистора Q3. Саме цей додатковий струм забезпечує необхідний гістерезис та заставляє Q1 ввімкнутися при більш низькій напрузі живлення, ніж це відбувалося би у відсутності зворотного зв'язку.

Відзначимо, що напруга на колекторі Q2 ввімне транзистор Q4, який закриває Q5, внаслідок чого вмикається транзистор Q6. Напруга, що падає на резисторі R13, є сигналом, що повідомляє DC/DC перетворювачу, що напруга на іоністорі досить високо, щоб дозволити ввімкнення перетворювача.

Якщо загальне живлення системи тепер буде вимкнене, та система почне споживати струм від іоністора, напруга на шині основного живлення також почне зменшуватися. Оскільки напруга на R1 визначається сумою струмів, що протікають через D1 та Q3, для того, щоб Q1 закрився, напруга повинна буде зменшитися до 2.3 В. Закривання транзистора Q1 ввімкне Q2, вимкне Q4, увімкне Q5 і, нарешті, увімкне Q6. Після того, як це відбудеться, струм через R13 припиниться, що стане сигналом вимкнення DC/DC перетворювача.

Після того, як навантаження зі схеми DC/DC перетворювача знімиться, напруга на шині основного живлення декілька збільшиться. Однак до того часу, як воно не перевищить 2 В, схема не включиться повторно, що захищає шину живлення від коливань. Для того щоб змінити напругу ввімкнення та вимкнення, необхідно замінити стабілітрон D1 та обрати інший опір резистора R8.

Список використаних джерел

1. N. Prema Kumar , K. Mercy Rosalina. IPSO Algorithm for Maximization of System Loadability, Voltage Stability and Loss Minimisation by Optimal DG Placement // International journal of innovative research in electrical, electronics, instrumentation and control engineering. – 2015. – Vol. 3, Issue 11. – p. 73-77.
2. Dougal R.A., L. Gao, S. Liu. Ultracapacitor model with automatic order selection and capacity scaling for dynamic system simulation // Journal of Power sources. – 2004. – Vol. 126, № 2. – p. 250-257.
3. Ardalan Vahidi, Anna Stefanopoulou, Huei Peng. Current management in a hybrid fuel cell power system: a model-predictive control approach // IEEE Transactions on control systems technology. – 2006. – Vol. 14, No. 6. – p. 1047 – 1057.
4. Won-Sang Im, Cheng Wang, Liang Tan, Wenxin Liu. Cooperative Controls for pulsed power load accommodation in a shipboard power system // IEEE Transactions on power systems. – 2016. – Vol. 31, No. 6. – p. 5158 – 5189.