

Коломієць Р. О., канд. техн. наук, доцент,
 Нікітчук Т. М., канд. техн. наук, доц., завідувач кафедри,
 Морозов Д. С., старш. викладач,
 Державний університет «Житомирська політехніка»

СХЕМОТЕХНІЧНІ ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ГЕНЕРАТОРІВ ХОЛОДНОЇ ПЛАЗМИ ДЛЯ МЕДИЧНОГО ЗАСТОСУВАННЯ

Незважаючи на все різноманіття пристроїв для стерилізації медичного обладнання та відкритих ран холодною плазмою, існує порівняно мало типів генераторів холодної плазми.

Найпоширенішими є генератори холодної атмосферної, гелієвої та аргонної плазми. Проте найбільший інтерес представляють саме генератори холодної атмосферної плазми як найбільш універсальні. Основна їх перевага полягає у відсутності необхідності мати балон з газом і можливість виробляти плазму безпосередньо з повітря. Залежно від конструкції тієї частини генераторів холодної плазми, де власне відбувається електричний розряд (“igniter”) можна виділити чотири основні типи конструкцій: бар’єрний розряд (*dielectric barrier discharge - DBD*) [1], штифтовий отвір (*pin-to-hole - PtH*) [1, 2], гібридну конструкцію (містить елементи обох типів DBD та PtH) [1], п’єзоелектричний генератор [3].

Це дуже проста класифікація, але майже всі сучасні пристрої для терапії холодною плазмою можна віднести до одного із перерахованих видів. Важливо зазначити, що ця класифікація враховує лише конструкцію високовольтної частини, але повністю не враховує особливостей схемотехніки генератора холодної плазми.

За винятком п’єзоелектричного генератора холодної плазми, принцип роботи всіх інших типів можна описати наступним чином. Керуючий сигнал може мати синусоїдальну (відносно рідко) або прямокутну імпульсну форму (часто) і формується відповідним генератором. Далі цей сигнал подається на підсилювач потужності, а потім – на високовольтний блок. Система утворення газового розряду за допомогою відповідних електродів генерує або плазмовий струмінь (тип PtH), або розряд, розподілений по ділянці діелектрику (тип DBD). Для роботи всієї системи потрібен блок живлення.

Необхідна електрична напруга на виході високовольтного блоку становить не менше 18 кВ – саме з напруженості електричного поля біля 15 кВ/см починається газовий розряд при нормальному атмосферному тиску. Крім того, іноді використовується схема на зразок блокуінг-генератора, що дозволяє суттєво спростити загальну схему, з’єднавши генератор та підсилювач в один вузол, але при цьому відпадає можливість керування частотою та формою сигналу.

Серед відомих варіантів генераторів холодної плазми, які функціонують по описаному вище принципу, використовуються генератори керуючого сигналу на таймері NE555 [2], спеціалізованих генераторів фірм Texas Instruments [4] і Analog Devices [5]. Блокуінг-генератори використовуються дещо рідше, проте їх використання суттєво збільшує надійність схеми та зменшує її вартість. На рис. 1 приведені деякі поширені схеми, які можна використати в конструкції генераторів холодної плазми для медичного застосування.

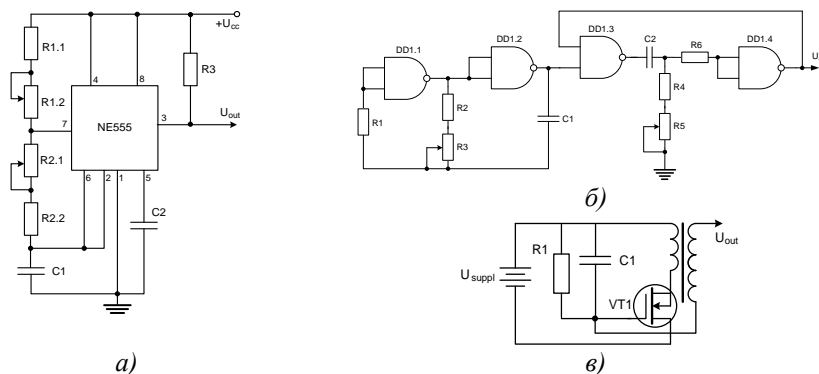


Рис. 1 – Варіанти схем генераторів холодної плазми: а) класична схема на таймері NE555; б) генератор на логічних елементах; в) блокуінг-генератор

Література

1. Isbary G., Shimizu T. Cold atmospheric plasma devices for medical issues. // *Expert Review of Medical Devices*, 2013, 10 (3): 367-377.
2. Fridman G., Friedman G. *Applied Plasma Medicine // Plasma Processes and Polymers*, 2008, 5: 503-533.
3. Johnson M. J., David B. G. Piezoelectric transformers for low-voltage generation of gas discharges and ionic winds in atmospheric air // *Journal of Applied Physics*, 2015, 118: 243–304.
4. Martínez-Montejano R. C., Castillo-Escandón C. M. Construction of a power electronic source for cold plasma generation // *Ingeniería Investigación y Tecnología*, 2019, 20 (4): 1-12
5. Tudoran C. D. High frequency portable plasma generator unit for surface treatment experiments // *Romanian Journal of Physics*, 2011, 56: 103-108.