

УДК 621.791.75:537.523.5:621.373.7

В. Н. Сидорец, А. И. Бушма, А. М. Жерносеков
 Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины, г. Украина
 e-mail: sidvn@ua.fm

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ИСТОЧНИКОВ ПИТАНИЯ С ХАОТИЧЕСКИМИ КОЛЕБАНИЯМИ ТОКА ДЛЯ ИМПУЛЬСНО-ДУГОВЫХ СВАРОЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Предложено применение приставок к существующим источникам питания для создания импульсных хаотических колебаний сварочного тока. Разработка базировалась на результатах проведенных ранее исследованиях детерминированного хаоса в RLC-цепях с электрической дугой. Обсуждены преимущества и недостатки различных цепей с целью выбора схем приставок для практической реализации. Библ. 4, рис. 1.

Ключевые слова: электрическая дуга, хаотические колебания, импульсно-дуговая сварка

Запропоновано застосування приставок до існуючих джерел живлення для створення імпульсних хаотичних коливань зварювального струму. Розробка базувалася на результатах проведених раніше дослідженнях детермінованого хаосу в rlc-ланцюгах з електричною дугою. Обговорені переваги і недоліки різних ланцюгів з метою вибору схем приставок для практичної реалізації. Бібл. 4, мал. 1.

Ключові слова: електрична дуга, хаотичні коливання, імпульсно-дугова зварка

Введение

Явление детерминированного хаоса в нелинейных системах, обнаруженное несколько десятилетий назад, в первую очередь заинтересовало исследователей своими фундаментальными аспектами. Достаточно упомянуть об универсальной константе Фейгенбаума, которой характеризуется переход к детерминированному хаосу в нелинейных системах различной природы: механической, физической, химической, биологической, экологической и др. Последнее время наблюдается изменение направления исследований с фундаментального на прикладное. В качестве

примера можно отметить разработки принципиально новых устройств защиты информации, хаотическую радиолокацию, устройств для диагностики патологий сердца.

Постановка задачи и цель работы

Развитие наших исследований шло тем же путем. Детерминированный хаос был обнаружен в электрических цепях со сварочной дугой. Были исследованы его фундаментальные свойства. Среди полученных результатов хотелось бы отметить: проверка критериев детерминированного хаоса для RLC-цепей с дугой, выявление универсальных структур бифуркационных диаграмм и складчатой структуры периодических решений, определение функции отображения и фрактальной размерности аттрактора [3, 4].

Авторами были показаны технологические преимущества импульсных автоколебаний в цепях лазерно-дуговым разрядом применительно к сварочным процессам [1, 2]. Есть основания считать, что применение хаотических колебаний также дадут положительный эффект. Подтвердить это предположение могут только экспериментальные исследования, для проведения которых необходимо создание специализированных источников питания с хаотическими колебаниями тока, что и явилось целью этой работы.

Выбор перспективных путей разработки и цепей источников питания

Есть два пути: разработка специализированного источника питания и разработка приставок к существующим источникам питания. Было принято решение придерживаться второго. Это оправдывается еще и сложившейся нынешней экономической ситуацией. Убедительным аргументом в пользу второго пути является наличие в промышленности огромного количества сварочных источников питания постоянного тока как традиционных, так и инверторных, функциональные возможности которых могут быть расширены без затраты больших средств путем применения разработанных приставок.

Ранее было установлено [4], что в шести RLC-цепях с дугой (см. рис. 1) возможно возникновение хаотических колебаний.

Очевидно, что в качестве приставки схемы, представленные на рис. 1, *d-f*, не могут быть использованы, т.к. балластный резистор *R* в современных источниках питания не применяется, а наклон внешней характеристики источника реализуется с помощью силовых электронных ключей и обратных связей. На рис. 2 изображены приставки (выделены пунктирной линией) к сварочным источникам питания постоянного тока PWS (выделены жирной линией).

В цепи, изображенной на рис. 2, *b*, могут возникать периодические и хаотические автоколебания (см. рис. 3, *b*). Но последние мало отличаются от периодических.

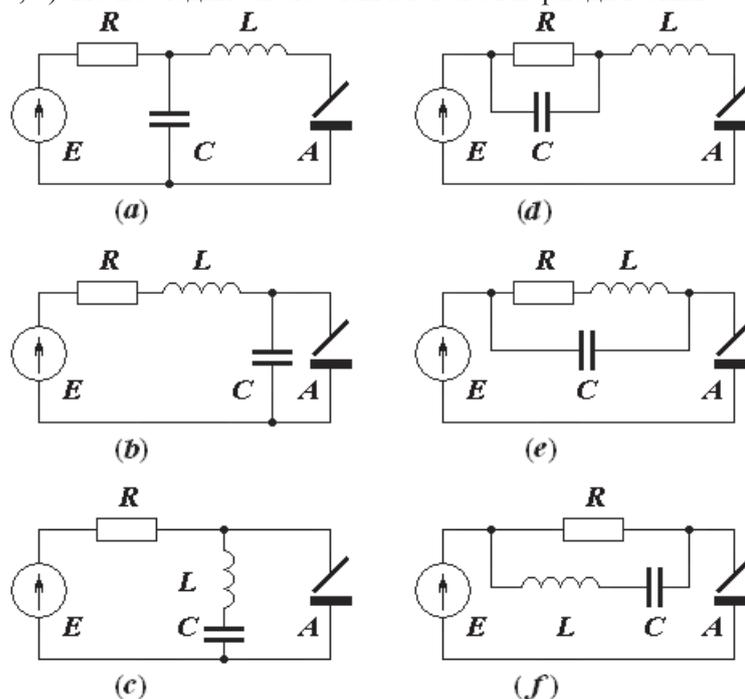


Рис. 1

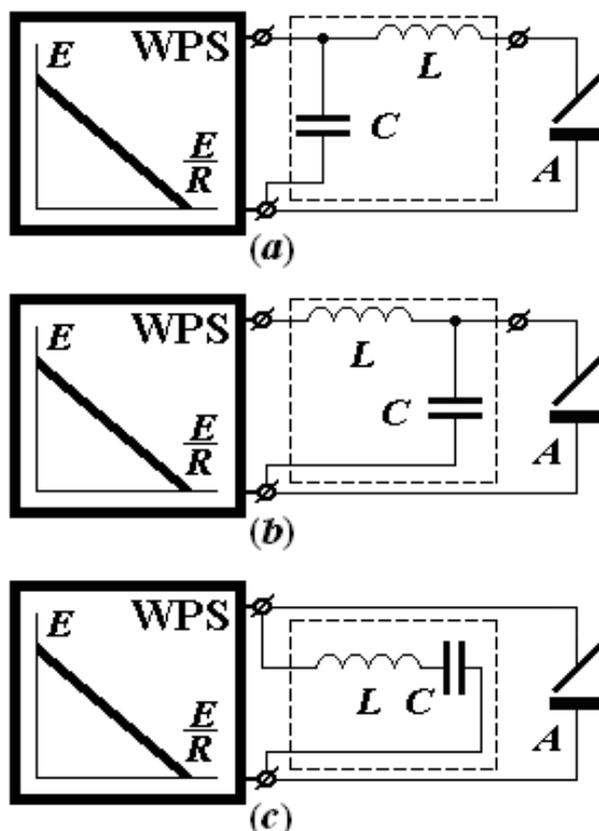


Рис. 2

Именно поэтому, по нашему мнению, эта цепь мало перспективна в качестве приставки для получения хаотических колебаний тока дуги. Для получения периодических релаксационных колебаний тока дуги, которые можно применить в процессе импульсно-дуговой сварки, эта цепь вполне пригодна. Так как импульсное воздействие тока осуществляется за счет разряда конденсатора непосредственно на дугу, действующее значение тока реактора $i(t)$ мало отличается от номинального тока источника питания. Этим объясняются малая масса реактора в этой приставке. К недостаткам можно отнести возможность полного разряда конденсатора при коротком замыкании дугового промежутка, что снижает стабильность процесса сварки.

В цепях, изображенных на рис.2, а, с, могут возникать как периодические, так и хаотические автоколебания, причем последние значительно отличаются от периодических (см. рис.3, а, с). Странные аттракторы, наблюдаемые в этих цепях, могут быть как ленточными, так и винтовыми. В режиме винтового странного аттрактора наблюдаются разнополярные колебания тока, что является непременным условием для сварки алюминия и его сплавов.

Электрические и технологические возможности этих цепей одинаковы, но оценки массогабаритных показателей показывают небольшое преимущество цепи, изображенной на рис.2, с, т. к. по ее реактору $i(t)$ протекает не весь сварочный ток $i_A(t)$, а только его часть. Оценки показывают, что разность этих токов не менее 10%. Конструктивным преимуществом приставки, изображенной на рис. 2, с, является отсутствие необходимости отсоединения дугового промежутка от клемм источника питания, что положительно влияет на оперативность ее подключения.

Выводы

1. По нашему мнению, схему цепи, изображенной на рис.2, с, необходимо использовать при разработке приставки к существующим источникам питания для создания хаотических колебаний тока.
2. Приставки, схемы которых изображены на рис.2, можно использовать для процесса импульсно-дуговой сварки.

Список литературы

1. Бушма А.И., Жерносеков А.М. Автоколебания в цепи с лазерно-дуговым разрядом как основа новых импульсных технологий // Технічна електродинаміка. –2012. –№2. – С.103–104.
2. Бушма А.И., Сидорец В.Н. Технологические характеристики колебательного лазерно-дугового

разряда // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. Серія „Технічні науки” –2012. – № 2 (57). –С. 96-100.

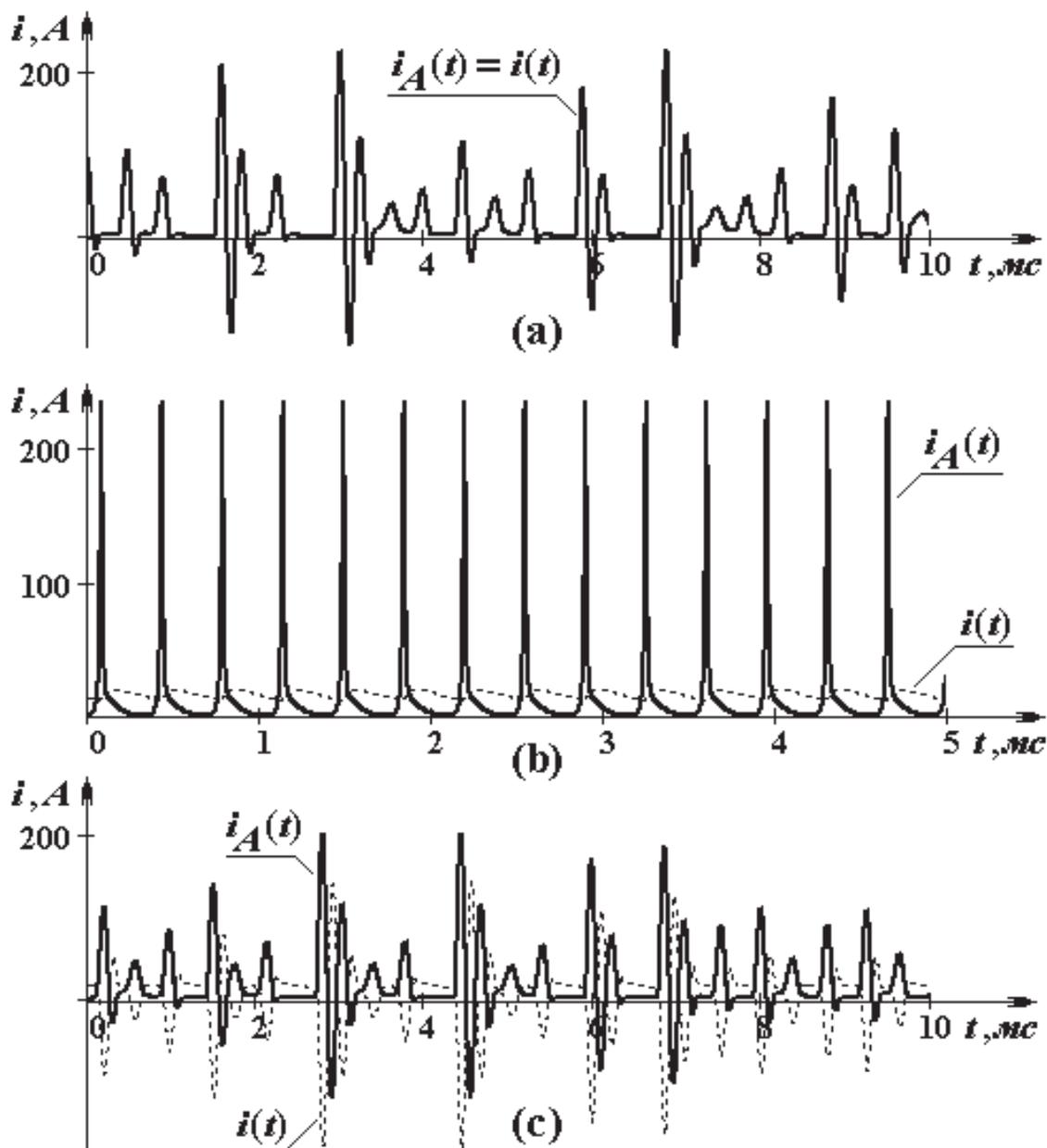


Рис. 3

3. Сидорец В.Н. Критерии детерминированного хаоса в нелинейных цепях с электрической дугой // Технічна електродинаміка. –2009. –№2. –С.29-35.

4. Sydorets V. The Bifurcations and Chaotic Oscillations in Electric Circuits with Arc // Modelling Dynamics in Processes and Systems. Studies in Computational Intelligence Vol. 180 –Berlin: Springer, 2009. –P. 29-42.

PRINCIPLES OF POWER SUPPLY DESIGN WITH CHAOTIC CURRENT OSCILLATIONS FOR PULSED-ARC OF WELDING TECHNOLOGIES

V. M. Sydorets, A. I. Bushma, A. M. Zhernosiekov
 Paton Electric Welding Institute of NAS of Ukraine,
 e-mail: sidvn@ua.fm

Application of top boxes to existing power sources to create pulse chaotic oscillations of welding current has been pro-posed. The development was based on the results of previous studies of deterministic chaos in RLC-circuits with electric arc. Advantages and disadvantages of the various circuits to select schemes of top boxes for practical implementation have been discussed. References 4, figures 1.

Key words: *electric arc, chaotic oscillations, pulse-arc welding*

1. *Bushma A.I., Zhernosiekov A.M. Self-Oscillations in a Circuit with a Laser-Arc Discharge as the Basis of New Pulse Technologies // Tekhnichna elektrodynamika. –2012. –№2. –P. 103-104. (Rus.)*
2. *Bushma A.I., Sydorets V.N. Technological Characteristics the Oscillatory Laser-Arc Discharge // Visnyk Chernihivskoho derzhavnoho tekhnolohichnoho universytetu. Seriiia “Tekhnichni nauky” –2012. – №2 (57). –P. 96-100. (Rus.)*
3. *Sydorets V.N. Criteria of Deterministic Chaos in Nonlinear Circuits with an Electric Arc // Tekhnichna elektrodynamika. –2009. –№2. –P. 29-35. (Rus.)*
4. *Sydorets V. The Bifurcations and Chaotic Oscillations in Electric Circuits with Arc // Modelling Dynamics in Processes and Systems. Studies in Computational Intelligence Vol. 180 –Berlin: Springer, 2009. –P.29-42.*