

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

ENSINO DE QUÍMICA:

aprendizagem significativa
teórica e prática 2

Atena
Editora
Ano 2022

Érica de Melo Azevedo
(Organizadora)

ENSINO DE QUÍMICA:

aprendizagem significativa
teórica e prática 2

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



Ensino de química: aprendizagem significativa teórica e prática 2

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Yaidy Paola Martinez
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Érica de Melo Azevedo

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

E59 Ensino de química: aprendizagem significativa teórica e prática 2 / Organizadora Érica de Melo Azevedo. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0745-4
DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.454220411>

1. Química - Estudo e ensino. I. Azevedo, Érica de Melo (Organizadora). II. Título.

CDD 540.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

Sejam bem-vindos a obra *Ensino de Química aprendizagem significativa teórica e prática 2*. Como o título sugere, essa é a continuação da série a qual começou a ser publicada em 2022 e esperamos que outros volumes sejam lançados nos próximos meses. Esse e-book foi pensado como alternativa para divulgar trabalhos acadêmicos sobre ensino de química com uma abordagem teórica e prática. No período 2020-2022 ocorreram muitos avanços no que diz respeito ao ensino de química durante a pandemia de Covid-19. E, apesar das perdas sociais, econômicas e na qualidade do ensino e da aprendizagem, esses avanços contribuíram para a necessidade de desenvolver e aprimorar metodologias mais eficientes para ensinar e aprender. A presente obra traz 7 capítulos que abordam temáticas como meio ambiente, tecnologia, as relações entre a química e aspectos étnico-raciais e armazenamento de produtos químicos. Convidamos todos a apreciar, consultar e divulgar a presente obra. Boa leitura!

Érica de Melo Azevedo

SUMÁRIO


CAPÍTULO 1..... 1

O ENSINO-APRENDIZAGEM DE QUÍMICA: POR QUE EM MAIS DE 30 ANOS AINDA ENFRENTAMOS OS MESMOS PROBLEMAS NA AMAZÔNIA ORIENTAL?

Claudio Emidio-Silva

Layane Evellin Pinto Lima

Adrielle Barbosa Miranda


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4542204111>

CAPÍTULO 2..... 9

A IMPORTÂNCIA DA ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO NA CARACTERIZAÇÃO DO ENCAPSULAMENTO DE ÓLEOS ESSENCIAIS: UMA BREVE REVISÃO

Maria de Lourdes Ferreira Meneses dos Santos

Gilmar Ferreira Dias


 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4542204112>

CAPÍTULO 3..... 20

UTILIZAÇÃO DE SIMULAÇÕES INTERATIVAS PHET NO ENSINO DE QUÍMICA EM NÍVEL SUPERIOR

Karina Akie Onoue Amaral

Mírian da Silva Costa Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4542204113>

CAPÍTULO 4..... 32

IGI OPÈ – A QUÍMICA ADVINDA DA ÁFRICA: O ENSINO DA ETNOQUÍMICA PARA A DESCONSTRUÇÃO DO RACISMO EPISTÊMICO


Jakelini de Jesus Marques

Jorge Henrique Vieira Lemes

Gabriel Fernando Fuzzo

Nilva Fernanda dos Santos Magalhães

Maria Fernanda do Carmo Gurgel

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4542204114>

CAPÍTULO 5..... 42

QUALIDADE DA ÁGUA E QUALIDADE DE VIDA: O ESTUDO DE MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS EM ITURAMA-MG COMO CAMINHO PARA O EMPODERAMENTO DA COMUNIDADE

James Rogado


Igor Rodrigues Lapa



Guilherme Henrique Silva Oliveira

Yasmin Sthefane Marques

Yuri Falcão Callegaris

Asprílio José da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4542204115>

CAPÍTULO 6	54
ALMACENAMIENTO DE SUBSTANCIAS QUÍMICAS POR INCOMPATIBILIDADES, CON INFORMACIÓN DE LAS NORMAS OFICIALES MEXICANAS Y DEL SISTEMA GLOBAL ARMONIZADO	
Mirna Rosa Estrada Yáñez	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4542204116	
CAPÍTULO 7	60
DISEÑO DE UNA FUENTE PULSADA ELEVADORA DE VOLTAJE, APLICADA AL TRATAMIENTO DE POLÍMEROS EMPLEADOS EN LA REMOCIÓN DE COLORANTES EN SOLUCIONES ACUOSAS	
Balderas Gutiérrez Juan Nabor	
Ibañez Olvera Mario	
Jaramillo Sierra Bethsabet	
Villanueva Castañeda Miguel	
 https://doi.org/10.22533/at.ed.4542204117	
SOBRE A ORGANIZADORA	70
ÍNDICE REMISSIVO	71

DISEÑO DE UNA FUENTE PULSADA ELEVADORA DE VOLTAJE, APLICADA AL TRATAMIENTO DE POLÍMEROS EMPLEADOS EN LA REMOCIÓN DE COLORANTES EN SOLUCIONES ACUOSAS

Data de aceite: 01/11/2022

Balderas Gutiérrez Juan Nabor

PhD in Environmental Sciences
Tecnológico de Estudios Superiores de
Tianguistenco
México

Ibañez Olvera Mario

PhD in Electronics
Tecnológico de Estudios Superiores de
Tianguistenco
México

Jaramillo Sierra Bethsabet

PhD in Electronics
Tecnológico de Estudios Superiores de
Tianguistenco
México

Villanueva Castañeda Miguel

PhD in Environmental Sciences
Tecnológico de Toluca
México

RESUMEN: El presente trabajo describe el diseño de una fuente pulsada de alto voltaje en configuración flyback, capaz de operar en un rango de frecuencia de 500 Hz – 50 kHz, y voltaje superior a 1.5 kilo voltios. La fuente se diseñó a partir del circuito de control SG3524 capaz de operar a alta frecuencia y generar el pulso de control deseado, el cual se acopla al circuito reforzador de corriente TC4422 para evitar deflexiones de voltaje y corrientes inversas. Cabe mencionar que, el incremento del voltaje

se lleva a cabo mediante un transformador elevador con relación 1:20, implementado en un núcleo de ferrita para evitar corrientes parasitas y la saturación del núcleo al trabajar a altas frecuencias. La fuente fue empleada en la generación de plasma de descarga luminiscente a presión atmosférica. El sistema se utilizó en el tratamiento de material polimérico (esferas y películas) de quitosano, material empleado en la remoción de colorantes azoicos de soluciones acuosas, con altas expectativas. Pudo observarse que el material tratado bajo plasma incrementa su capacidad de adsorción en comparación al material sin modificar a pH cercanos al neutro entre 4-6. Así mismo, la fuente fue aplicada directamente a la degradación de algunos colorantes azoicos los cuales son altamente perjudiciales al organismo de los seres vivos, mostrando una gran capacidad de degradación.

PALABRAS CLAVE: Fuente pulsada, plasma luminiscente, tratamiento de polímeros, degradación de colorantes.

1 | INTRODUCCIÓN

Los convertidores estáticos de semiconductores permiten transformar una señal eléctrica de corriente directa a una señal eléctrica de corriente alterna o pulsada con magnitud y frecuencia controlable mediante la conmutación adecuada de los transistores que lo conforman. Por otra parte, los convertidores eléctricos son ampliamente empleados en aplicaciones tales como: equipos de tratamiento térmico por autoinducción, excitadores de

lámparas de gas para iluminación, sistemas para ablación, tratamientos superficiales, degradación de colorantes contaminantes, entre otros, sin embargo este tipo de sistemas presentan pérdidas por conmutación, debido a que los pulsos de conmutación durante la transición ON-OFF de los transistores no son controlados de manera apropiada, lo que provoca que los pulsos se traslapen existiendo pérdidas por conmutación en el sistema.

Las fuentes tradicionalmente más utilizadas para descargas eléctricas pulsadas de alta energía se encuentran generalmente constituidas por transformadores elevadores de gran tamaño y peso, circuitos de control, rectificadores y bancos de capacitores. Debido a esto, las fuentes resultan ser voluminosas, no portátiles y se requiere de gran cuidado y precauciones para su manejo [1, 2]. Dichos sistemas, por lo general no incluyen circuitos de retroalimentación ni amplificador de error, lo cual no permite que el sistema sea capaz de autoajustarse para corregir el voltaje de salida al nivel deseado. Cuando se presentan picos transitorios en la red de alimentación el voltaje de carga en los capacitores se eleva haciendo que se produzcan descargas espontáneas no deseables lo que se debe al sobre almacenamiento de energía en estos [2, 3].

Las fuentes conmutadas son capaces de producir voltajes de salida inferiores o superiores al voltaje suministrado, haciéndolos versátiles y mejor adaptables a voltajes de entrada variable. La eficiencia de este tipo de sistemas se debe principalmente al control adecuado del ciclo de trabajo (ancho de pulso) del pulso de disparo, con el cual puede regularse la energía requerida demandada por la carga. A partir de dicha característica las fuentes conmutadas alcanzan eficiencias de más del 90 % y el calor disipado se debe a las características no ideales de los componentes pasivos. Algunas desventajas de este tipo de fuente son su complejidad y la generación de ruido eléctrico al trabajar a alta frecuencia el cual debe ser minimizado para evitar interferencia a equipos próximos a estos, por lo que se implementan circuitos pasivos supresores de picos [2, 3, 4]. La técnica por modulación de ancho de pulso garantiza el buen funcionamiento de este tipo de convertidores, con lo cual puede garantizarse una mayor eficiencia y mejor transferencia de potencia entregada hacia la carga a través de la variación del ancho de pulso. Por otra parte, las fuentes conmutadas empleadas en convertidores de voltaje consiguen elevado rendimiento al trabajar a altas frecuencias, mediante el estudio apropiado del transformador elevador y su comportamiento al ser implementado en núcleo de ferrita para evitar la saturación de este al trabajar a alta frecuencia.

Las fuentes pulsadas de alto voltaje generadoras plasma a presión atmosférica tipo jet (APPJ), así como las fuentes de descarga de barrera dieléctrica (DBD), son empleadas en distintas aplicaciones, tales como: investigación sobre el mecanismo de degradación de piridina en agua potable por DBD [5], el análisis estructural y funcional de la lisozima después del tratamiento con DBD y APPJ [6], en la degradación colorantes azoicos utilizando DBD [7, 8, 9], el mejoramiento de las propiedades del coque por DBD empleado en el tratamiento de aguas residuales [10], Aplicación DBD para el almacenamiento de

alimentos [11], en estudio espectral de gases nobles ionizados [12], en desinfección del aire [13], en la inactivación de microorganismos en alimentos [14], entre otras aplicaciones.

Recientemente, el campo de la física de plasmas se ha expandido significativamente a un sinnúmero de aplicaciones. La polimerización por plasma, es un procedimiento útil para producir películas poliméricas, nanopartículas, que se forman por reacciones en fase gaseosa dentro del reactor [15-22]. La modificación de superficies con plasma es una técnica de tratamiento efectiva y económica para muchos biomateriales, así como la aplicación al área de la medicina. La ventaja de la modificación por plasma es que las propiedades de la superficie y la biocompatibilidad pueden aumentar selectivamente mientras que los materiales permanecen sin cambios [24-26]. Por otra parte, los sistemas generadores de plasma de descarga luminiscente han sido aplicados a otras áreas tales como la medicina en el tratamiento de material quirúrgico, el tratamiento de lesiones y diferentes enfermedades de la piel, como cicatrización de heridas, ingeniería de tejidos o tratamiento de tumores, la regeneración tisular guiada y en una multitud de patologías, siendo un área extremadamente prometedora [27-29]. La base científica de la medicina de plasma se basa fundamentalmente en los mecanismos de interacción del plasma con células y tejidos vivos [30]. Para lograr efectos eficientes y evitar riesgos potenciales al trabajar con voltajes elevados es necesario controlar la composición y la densidad de los componentes del plasma mediante parámetros de funcionamiento externo. Sin embargo, deben realizarse pruebas preliminares para minimizar el riesgo y proporcionar un fundamento científico para las terapias médicas [31,32].

2 | PARTE EXPERIMENTAL

La presente investigación describe el diseño y puesta en funcionamiento de una fuente pulsada elevadora de voltaje en configuración Flyback trabajando en modo discontinuo. El control apropiado del voltaje de salida se logró a través del ajuste del ciclo de trabajo para mayor seguridad del operario. Mediante el diseño apropiado del circuito de control se generan pulsos cuadrados complementarios de frecuencia controlable, los cuales son acoplados adecuadamente proporcionando un tren de pulsos con ciclo de trabajo ajustable para el control adecuado de la fuente elevadora de voltaje. El tren de pulsos es aplicado directamente a uno de los extremos del devanado primario del transformador elevador con la ayuda de un transistor MOSFET IRFP 640, mientras que, el otro extremo se conecta directamente al suministra voltaje de corriente continua, lo que hace posible el control de voltaje en el devanado secundario del transformador, que depende del ajuste del ciclo de trabajo (ancho de pulso). La fuente generadora de plasma es utilizada en la obtención de películas delgadas de polipirrol y polipirrol dopadas con yodo, y primordialmente en el tratamiento de esferas y películas de quitosano, utilizadas en procesos de adsorción de colorantes azoicos. El sistema es capaz de trabajar con diferentes geometrías de reactor,

en sistemas al vacío y descargas de plasma en medios acuosos a presión atmosférica. La siguiente figura 1, muestra un diagrama de bloques del sistema implementado para el tratamiento.

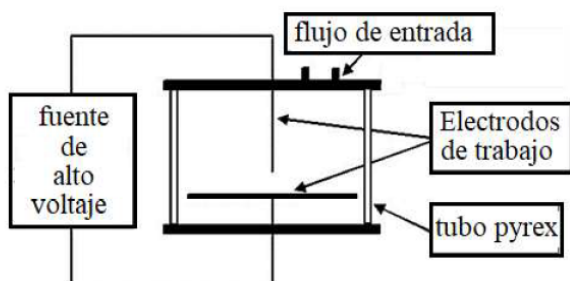


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema de tratamiento.

3 I RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El funcionamiento adecuado de la fuente se logró mediante la técnica de modulación por ancho de pulso, logrando así el control adecuado del suministro de voltaje de la fuente hacia la carga (Reactor), por lo que no se requiere de circuitos externos como la red snubber que ayuda a la conmutación del transistor evitando transitorios eléctricos indeseables. La técnica por modulación de ancho de pulso ayuda a la disipación de potencia debido a que permite el control adecuado de los pulsos de disparo del transistor a través del ciclo de trabajo adecuado y al cruce por voltaje cero.

La implementación del circuito de control se logró mediante el circuito integrado SG3524 capaz de generar un tren de pulsos ajustables de alta frecuencia. Por otra parte, el dispositivo primordial de la etapa de potencia de la fuente elevadora de voltaje en configuración flyback en la cual se omitió el filtro de salida, es un transformador elevador de voltaje con relación 1:20, que fue diseñado e implementado tomando en cuenta los parámetros requeridos como, frecuencia de trabajo y demanda de potencia de la carga (reactor).

La fuente, es aplicada principalmente al tratamiento de materiales poliméricos (esferas y películas de quitosano) figura 2, que son utilizados en la remoción de colorantes azoicos de medios acuosos, logrando obtener mejores resultados en la remoción de este tipo de contaminantes a pH cercanos al neutro entre 4-7, con el material tratado en comparación al material sin tratamiento. Cabe mencionar que, la fuente ha sido utilizada en la generación de películas delgadas de polipirrol y polipirrol dopadas con yodo las cuales han sido probadas como celdas solares orgánicas.

Se eligió la topología en configuración flyback debido al requerimiento de potencia para realizar descargas de plasma luminiscente a presión atmosférica en medios acuosos.

La técnica de control por modulación de ancho de pulso se seleccionó con el fin de controlar adecuadamente la variación de potencia suministrada hacia la carga (reactor) disminuyendo así pérdidas de disipación de potencia, con lo que se propusieron los siguientes puntos.

1) A partir del circuito integrado SG3524 se genera un tren de pulsos ajustables a partir del ciclo de trajo al que se desee trabajar, con el fin de garantizar el control adecuado de la compuerta del transistor MOSFET IRFP640 que está acoplado al devanado primario del transformador elevador de voltaje en configuración de conmutación inferior.

2) El tren de pulsos obtenido del circuito de control es acoplado de manera apropiada al circuito reforzador de corriente TC4422 que posee la capacidad de soportar un pico inverso de corriente de hasta 9 Amperios al encendido de la fuente evitando así corrientes y/o voltajes inversos hacia el circuito de control para evitando su destrucción.

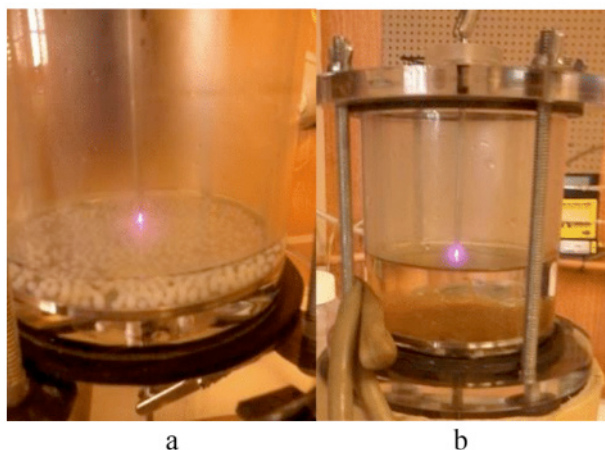


Figura 2. Tratamiento de polímeros a) esferas y b) películas de quitosano en medio acuoso

Las películas y esferas de quitosano fueron expuestas a diferentes tiempos de tratamiento bajo plasma de descarga luminiscente con la finalidad de corroborar el efecto de la descarga en el material al ser utilizado en procesos de adsorción de colorantes azoicos. Para el tratamiento de las esferas de quitosano se utilizó una solución de sulfato de sodio 1 Molar como medio de conducción y los tiempos de tratamiento fueron 20, 40, 60 y 90 minutos, mientras que para las películas se utilizaron dos soluciones, una de sulfato de sodio 1 Molar y otra de sulfato de sodio-pirrol 1 Molar, sobre la cual se hizo incidir la descarga de plasma luminiscente con tres tiempos diferentes de tratamiento que fueron 20, 40 y 60 min. Las películas, así como las esferas tratadas en solución acuosa de sulfato de sodio, presentan mejor capacidad de adsorción al aumentar el tiempo de exposición al plasma. Este efecto se atribuye a que existe un proceso de ablación en la matriz polimérica

del material que causa un incremento de su porosidad como se muestra en la figura 3, y al mismo tiempo se logra un incremento de los grupos amino que son los encargados principalmente del proceso de adsorción.

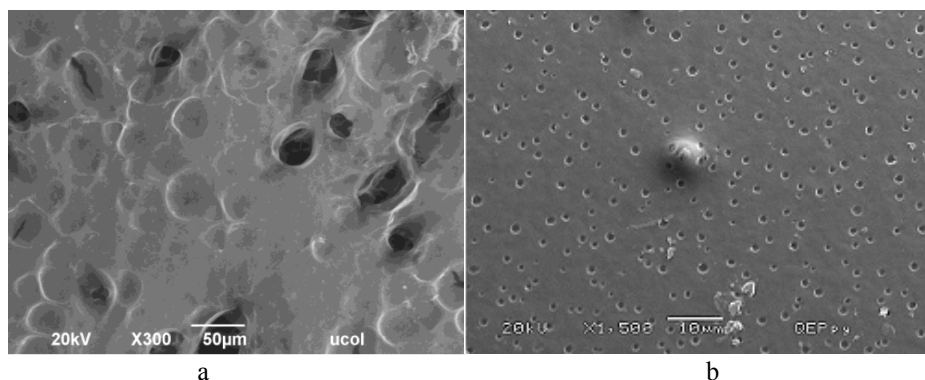


Figura 3. Incremento de la Porosidad de las esferas (a) y películas de quitosano (b).

Con la finalidad de corroborar el funcionamiento apropiado del sistema en la generación de plasma se realizó una prueba de barrido de frecuencia a tensión de entrada fija " $V_{cd}=30V$ ", con lo que se logró mantener una descarga estable de plasma a presión atmosférica en el intervalo de frecuencia de 500-15 kHz, manteniendo una demanda de corriente de 800 mA durante la descarga. Por otra parte, para el tratamiento de los materiales se utilizó un voltaje de entrada de 25 Vcd y una corriente de 700 mA en corriente directa en la entrada del sistema, mientras que la descarga en el reactor durante el tratamiento se mantuvo a un voltaje de 1.3 kV y una corriente de 1.7 Amperios. El tratamiento del material polimérico se realiza haciendo incidir la descarga de plasma sobre la superficie de la solución acuosa en la cual se encuentran inmersas las muestras del material polimérico.

Las películas tratadas en solución acuosa de sulfato de sodio-pirrol presentan mejor capacidad de adsorción a un tiempo de tratamiento de 20 min, lo que puede atribuirse principalmente a que en un principio las moléculas de pirrol son aceleradas con mayor velocidad por el campo eléctrico e impactadas en las películas generando poros en la superficie de las mismas. Por otra parte, al aumentar el tiempo de tratamiento utilizando esta solución, la matriz polimérica aumenta ligeramente su peso molecular, lo que se atribuye a que el pirrol es polimerizado con mayor proporción dentro de la matriz polimérica de quitosano, lo que hace que el material disminuya ligeramente su capacidad de adsorción.

Por otra parte, cabe mencionar que el sistema se utilizó en la obtención de películas de polipirrol y polipirrol dopadas con yodo, lo cual se logró dentro de un reactor de geometría cilíndrica con un volumen igual a 3375 cm³, que se acoplo a una bomba mecánica rotatoria para la generación de vacío. En el interior del reactor se encuentran dos electrodos de acero

inoxidable con diámetro de 6.5 cm, que varían la capacitancia del reactor al ser ajustados a la distancia requerida para la obtención de las películas. Cabe señalar que, cada uno de los electrodos está eléctricamente conectado a las terminales del transformador elevador de voltaje con relación 1:20, los cuales soportan la misma diferencia de potencial suministrada por la fuente, como se muestra en la figura 4.



Figura 4. Descarga luminiscente en el reactor (a) y películas de polipirrol y polipirrol dopadas con yodo (b).

El sistema fue utilizado en descargas de plasma luminiscente con diferentes topologías de reactores como puede observarse en la figura 5.

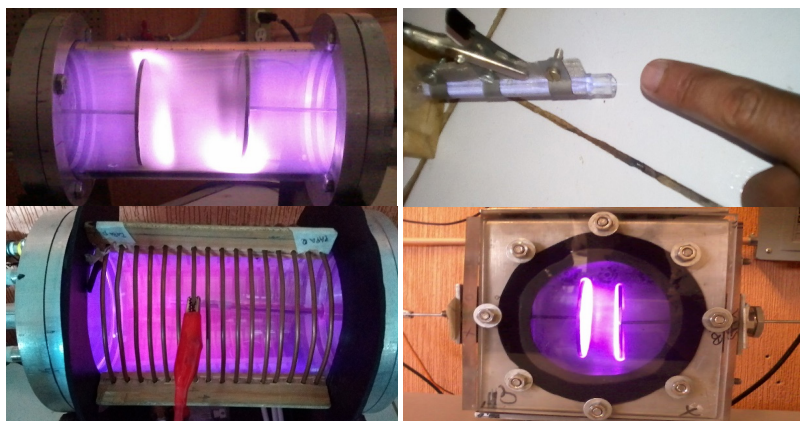


Figura 5. Descargas de plasma luminiscente en diferente topología de reactor.

4 | CONCLUSIONES

Se diseñó una fuente de alto voltaje capaz de generar plasma de descarga luminiscente en diferentes geometrías de reactor. El sistema generador de plasma es controlado a partir del circuito integrado MC34067A generador de los pulsos de disparo que garantiza la conmutación del transistor a cero voltajes logrando así disminuir pérdidas

de potencia por conmutación.

Se logro la estabilidad del pulso de disparo al ser acoplado al circuito integrado TC 4422 reforzador de corriente, que posee la capacidad de soportar un pico de corriente de hasta 9 A al encendido de los transistores y mantener una corriente continua de 2 A en operación. El sistema opera de manera adecuada en un rango de frecuencia de 500 Hz – 50 kHz, con diferentes geometrías de reactor.

Las películas obtenidas de polipirrol y polipirrol dopadas con yodo se les realizaron estudios de biocompatibilidad con la finalidad de ser aplicados a músculos artificiales, así como pruebas preliminares para su aplicación a celdas solares. El incremento del tamaño y grosor de las películas depende de la cantidad de reactivo suministrado al reactor, la velocidad de flujo de los monómeros, el tiempo de exposición, la frecuencia de operación, así como del voltaje y la corriente de trabajo.

El modelo capacitivo del reactor conectado en paralelo al devanado secundario del transformador permitió ajustar la distancia entre los electrodos de trabajo, lo cual permite variar la capacitancia del sistema al trabajar en diversos rangos de frecuencia.

REFERENCIAS

[1] N. Mohan, T.M. Undeland y W.P. Robbins, (1995), *Power Electronics. Converters, Applications and Design*, 2da ed., John Wiley & Sons, Inc.

[2] J.G. Kassakian, M.F. Schlecht y G.C. Verghese, “Principles of Power Electronics”, Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1992.

[3]. Muhammad H. Rashid. (1995). *Electrónica de potencia, circuitos, dispositivos y aplicaciones*. 2da, ed, Prentice Hall.

[4] R.W. Erikson, “Fundamentals of Power Electronics”, Kluwer Academic Publishers KAP, 1997.

[5] Y. Li, R. Yi, C. Yi, B. Zhou, and H. Wang, “Research on the degradation mechanism of pyridine in drinking water by dielectric barrier discharge,” *J. Environ. Sci. (China)*, vol. 53, pp. 238–247, 2017.

[6] S. Choi et al., “Structural and functional analysis of lysozyme after treatment with dielectric barrier discharge plasma and atmospheric pressure plasma jet,” *Sci. Rep.*, vol. 7, no. 1, p. 1027, 2017.

[7] B. Wang, B. Dong, M. Xu, C. Chi, and C. Wang, “Degradation of methylene blue using double-chamber dielectric barrier discharge reactor under different carrier gases,” *Chem. Eng. Sci.*, vol. 168, pp. 90–100, 2017.

[8] “03 2017 Degradation of methylene blue using double-chamber dielectric barrier.pdf.”

[9] P. Attri et al., “Mechanism and comparison of needle-type non-thermal direct and indirect atmospheric pressure plasma jets on the degradation of dyes,” *Sci. Rep.*, vol. 6, no. August, pp. 1–14, 2016.

- [10] L. Duan, J. Li, K. Shang, L. Na, and Y. Wu, Enhanced biodegradability of coking wastewater by gas phase dielectric barrier discharge plasma, vol. 154. 2015.
- [11] Y. Bellebna, R. Ouiddir, S. Nemnich, A. Tilmatine, "Application of dielectric surface barrier discharge for food storage" Leonardo Journal of Sciences, p. 17-28, 2015.
- [12] J. C. Alvarez and U. Atlántico, "Diseño y construcción de una fuente de descargas pulsadas de alto voltaje para estudio espectral de gases nobles ionizados," no. July 2014, 2006.
- [13] Y. Bellebna and A. Tilmatine, "Application of Dielectric Surface Barrier Discharge for Air Disinfection," vol. 13, no. 3, pp. 22–26, 2013.
- [14] D. Butscher, H. Van Loon, A. Waskow, P. Rudolf von Rohr, and M. Schuppler, "Plasma inactivation of microorganisms on sprout seeds in a dielectric barrier discharge," Int. J. Food Microbiol., vol. 238, pp. 222–232, 2016.
- [15] F. G. INCE, S. ŞEN, Z. ÖZBEK, H. GÖKTAŞ, M. E. ÖZE, R. ÇAPAN. Fabrication of plasma polymerized polythiophene and polypyrrole thin films as chloroform vapor sensors. Journal of Optoelectronics and Advanced Materials, Vol. 11, No. 9, 1182 – 1185, 2009.
- [16] G.J. Cruz, J. Morales, R. Olayo. Films obtained by plasma polymerization of pyrrole. Thin Solid Films 342, 119-126. 1999.
- [17] B. Paosawatyanong, K. Tapaneeyakorn, W. Bhanthumnavin, AC plasma polymerization of pyrrole, Surface & Coatings Technology 204, 3069–3072, 2010.
- [18] Boonchoat Paosawatyanong, KanyaTapaneeyakorn, Worawan Bhanthumnavin, "AC plasma polymerization of pyrrole", Surface and Coatings Technology, Volume 204, Issues 18–19, 3069-3072, 2010.
- [19] S. Yakut, K. Ulutas, and D. Deger, "Plasma discharge power dependent AC conductivity of plasma poly (ethylene oxide) thin films", Thin Solid Films, vol. 645, no. October 2017, pp. 269–277, 2018.
- [20] S. Yakut, H. K. Ulutas, I. Melnichuk, A. Choukourov, H. Biederman, and D. Deger, "Dielectric properties of plasma polymerized poly (ethylene oxide) thin films", Thin Solid Films, vol. 616, pp. 279–286, 2016.
- [21] G.J. Cruz, J. Morales, R. Olayo. "Films obtained by plasma polymerization of pyrrole", Thin Solid Films 342, 119-126, 1999.
- [22] B. Paosawatyanong, K. Tapaneeyakorn, W. Bhanthumnavin, "AC plasma polymerization of pyrrole", Surface & Coatings Technology, 204, 3069–3072, 2010.
- [23] Chu PK, Chen JY, Wang LP, et al. Plasma-surface modification of biomaterials. Mat Sci Engng R Reports; 36:143 e 206. 2002.
- [24] Weltmann DK, Von Woedtke T. Basic requirements for plasma sources in medicine. Eur Phys J Appl Phys; 55:13807. 2011.
- [25] P. K. Chu, J. Y. Chen, L. P. Wang, and N. Huang, "Plasma surface modification of biomaterials", Mat. Sci. Eng. R, vol. 36, no. 5, pp. 143–206, 2002.

- [26] M. Laroussi, “Low-Temperature Plasmas for Medicine”, *IEEE Trans. Plasma Sci.*, vol. 37, no. 6, pp. 714–725, 2009.
- [27] G. Fridman, G. Friedman, A. Gutsol, A. B. Shekhter, V. N. Vasilets, and A. Fridman, “Applied plasma medicine”, *Plasma Process. Polymer*, vol. 5, no. 6, pp. 503–533, 2008.
- [28] G. E. Morfill, M. G. Kong, and J. L. Zimmermann, “Focus on plasma medicine”, *New J. Phys.*, vol. 11, 2009.
- [29] K. D. Weltmann, E. Kindel, T. von Woedtke, M. Hähnel, M. Stieber, and R. Brandenburg, “Atmospheric-pressure plasma sources: Prospective tools for plasma medicine”, *Pure Appl. Chem.*, vol. 82, no. 6, pp. 1223–1237, 2010.
- [30] M. Kuchenbecker, N. Bibinov, A. Kaemling, D. Wandke, P. Awakowicz, and W. Viöl, “Characterization of DBD plasma source for biomedical applications”, *J. Phys. D. Appl. Phys.*, vol. 42, no. 4, 2009.
- [31] K. Weltmann, T. Von Woedtke, K. Weltmann, and T. Von Woedtke, “Basic requirements for plasma sources in medicine”, HAL Id: hal-00719809, vol. 55, no. 1, 2012.
- [32] K. D. Weltmann and T. von Woedtke, “Basic requirements for plasma sources in medicine,” *Eur. Phys. J. Appl. Phys.*, vol. 55, no. 1, p. 13807, 2011.

SOBRE A ORGANIZADORA

ÉRICA DE MELO AZEVEDO - Possui Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2019), Graduação em Química com Atribuições Tecnológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2012) e complementação pedagógica para exercício da docência na Faculdade Souza Marques (2015). É docente efetiva do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro Campus Duque de Caxias (IFRJ CDuC) e ministra aulas de Química Geral e Inorgânica para turmas da Graduação e Ensino Médio/Técnico e aulas de análise térmica aplicada à alimentos para turmas da Pós-Graduação. Atualmente é vice-coordenadora de Extensão do IFRJ CDuC. Coordena e colabora com projetos de pesquisa desenvolvidos no IFRJ e colabora em projetos de pesquisa financiados pelo CNPq e desenvolvidos na Escola de Química da UFRJ na área de Tecnologia Química, análise térmica e tratamento térmico de resíduos. Orientou e participou de bancas de trabalhos de conclusão de curso nos temas citados. Têm atuado como membro de comissões julgadoras de editais de fomento à pesquisa e bolsas de iniciação científica do CNPq no âmbito do IFRJ. Publicou artigos em revistas nacionais e internacionais na área de Análise Térmica e na área de Ensino a Distância. Atuou como organizadora de e-books e autora de capítulos de livros publicados na área de Química e Engenharia Química pela Atena Editora.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alfabetização científica 1, 2, 5, 6, 7, 8

Armazenamento de substâncias químicas 54

Amazônia Oriental 1, 3, 4, 5, 6, 7

Aprendizagem 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 39, 40

B

Bacias hidrográficas 53

D

Degradación de colorantes 60, 61

E

Educação ambiental 42, 44, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 53

Empoderamento 42, 51

Encapsulamento 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17

Ensino-aprendizagem de química 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Ensino de Química 1, 6, 20, 25, 26, 30, 31, 32, 34, 40, 52

Espectroscopia no infravermelho 9, 11

Etnoquímica 32

F

Fuente pulsada 60, 62

G

Graduação em Química 1, 70

I

Incompatibilidades químicas 54

L

Lei 10.639/03 32, 33, 34, 40

N

Nanopartículas 9, 11, 13, 15, 16, 17, 62

Normas Oficiais Mexicanas 54

O

Óleo essencial 9, 13, 16

P

Parâmetros físico-químicos 42, 44

PhET 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 31

Professor reflexivo 1, 2, 7, 8

Q

Qualidade de água 42, 43, 46

R

Relações étnico-raciais 32, 34, 40, 41

S

Simuladores virtuais 20, 21, 26, 27, 28, 29, 31

Sistema Global Armonizado 54, 58

T

Tratamiento de polímeros 60, 64

Atena
Editora

Ano 2022

- 🌐 www.atenaeditora.com.br
- ✉ contato@atenaeditora.com.br
- 📷 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
- 📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENSINO DE QUÍMICA:

aprendizagem significativa
teórica e prática 2

🌐 www.atenaeditora.com.br
✉ contato@atenaeditora.com.br
📷 @atenaeditora
📘 www.facebook.com/atenaeditora.com.br

ENSINO DE QUÍMICA:

aprendizagem significativa
teórica e prática 2