ออกแบบและสร้างเครื่องขูดหินปูนในช่องปากด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค

Design and Construction of an Untrasonic Scalers

ธนกร อยู่โต

Thanakorn Yootho

อาจารย์ประจำหลักสูตร คณะวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต

Lecturer in Master of Faculty Biomedical Engineering Rangsit University

E mail:thanakorn2f@hotmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องขูดหินปูนในช่องปากด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคใช้สำหรับขูดหินปูนที่เกาะติดกับตัวฟันของผู้ป่วย ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องโดยทำความสะอาดเปลือกหอยแครงแทนตัวฟันผู้ป่วย เครื่องขูดหินปูนที่ออกแบบนี้ประกอบด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์คือ 1)วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 2)วงจรกำเนิดสัญญาณความถี่ 3)วงจรเพาเวอร์แอมปลิไฟเออร์ 4)หัวทรานสดิวเซอร์ 5)วงจรสวิตซ์เท้าควบคุมและ6)ระบบควบคุมความดันน้ำ ผลการทดสอบเชิงคุณภาพการทำงานโดยเปรียบเทียบระหว่างเครื่องขูดหินปูนที่ออกแบบและเครื่องขูดหินปูนที่ติดตั้งอยู่ในระบบเครื่องยูนิตทันตกรรม รุ่น HL-2070 พบว่า 1)ผลการทดสอบการฟุ้งกระจายของน้ำสำหรับชะล้างเปลือกหอยแครง 2)ผลการทดสอบการทำความสะอาดคราบสิ่งสกปรกบนเปลือกหอยแครงและ3)ผลการทดสอบดูถึงรูพรุนที่เกิดขึ้นบนเปลือกหอยแครงหลังจากการทำความสะอาด พบว่ามีลักษณะที่ใกล้เคียงกันมากซึ่งเป็นที่ยอมรับได้ (ประเมินในเชิงคุณภาพ)

***คำสำคัญ**: คราบจุลินทรีย์ การขูดหินปูน เครื่องขูดหินปูน*

Abstract

The purpose of this research was to design and construct an ultrasonic scaler used for removing bacterial plaque on patients' teeth. A cockle shell representing a patient's teeth was used to study the ultrasonic scaler's performance. This designed dental scaler is composed of hardware parts: 1) a DC power supply circuit, 2) a frequency signal generator circuit, 3) a power amplifier circuit, 4) a transducer, 5) a foot switch control circuit, and 6) a water pressure control system. The test was conducted to qualitatively compare the designed ultrasonic scaler against HL-2070 Dental Scaler designed by Hallim Dentech. The results of the study of 1) the spray of water for washing the cockle shell, 2) cleaning effectiveness and 3) pores on the cockle shell after cleaning, showed relative similarity. The results gained from the test were qualitatively acceptable.

***Keywords:** Bacterial plaque, Scaling, Dental scaler*

1. บทนำ

หินปูนหรือหินน้ำลายเป็นแผ่นคราบจุลินทรีย์(Bacterial plaque)ที่แข็งตัวซึ่งเกิดจากธาตุแคลเซียมในน้ำลายเข้าไปตกตะกอนที่ตัวฟัน ขบวนการเกิดคราบจุลินทรีย์ เริ่มต้นมาจากมีคราบสีขาวออกเหลืองขุ่นและนิ่มมีเชื้อโรคเป็นส่วนประกอบ มาเกาะติดอยู่บนตัวฟันเมื่อทำความสะอาดตัวฟันไม่ดีพอส่งผลทำให้เมือกใสของน้ำลายและเชื้อโรคมาเกาะทับถมกันมากขึ้นจึงเกิดเป็นคราบจุลินทรีย์แข็งหรือเรียกว่า “ คราบหินปูนเกาะที่ตัวฟัน” หินปูนที่เกิดในช่องปากมี 2 ชนิดคือ 1)หินปูนชนิดที่อยู่เหนือเหงือกจะเกาะบริเวณคอฟัน ขอบเหงือกและซอกฟัน สามารถมองเห็นได้ซึ่งมีลักษณะเป็นหินปูนสีขาวออกเหลืองไม่แข็งมากนัก แต่ไม่สามารถทำความสะอาดด้วยวิธีการแปรงฟันออกได้ ต้องใช้เครื่องมือทางทันตกรรมช่วยกำจัดออก หินปูนชนิดนี้ทำให้เกิดโรคเหงือกอักเสบชนิดไม่รุนแรง และ 2)หินปูนชนิดที่อยู่ใต้เหงือกจะเกาะอยู่บริเวณใต้เหงือกไม่สามารถมองเห็นได้ มีสีดำและแข็งมากจะเกาะแน่นกับเนื้อฟันซึ่งเป็นอันตรายต่อเนื้อเยื่อของเหงือก มีเลือดออกขณะแปรงฟัน เหงือกบวมแดง มีกลิ่นปาก เหงือกร่น มีหนองออกจากร่องเหงือก ถ้าไม่ทำการรักษาส่งผลทำให้ฟันเคลื่อนออกจากกัน ฟันโยกและต้องสูญเสียฟันในที่สุด วิธีการกำจัดหินปูนหรือแผ่นคราบจุลินทรีย์แข็งในทางทันตกรรมโดยทั่วไปใช้เครื่องขูดปลายแหลมขูดที่ตัวฟัน ซึ่งใช้ในกรณีที่มีคราบหินปูนเกาะตัวฟันเล็กน้อยเท่านั้นและใช้เครื่องขูดหินปูนไฟฟ้าไปกะเทาะหินปูนที่เกาะอยู่บนตัวฟันออกใช้ในกรณีที่มีหินปูนเกาะตัวฟันมาก ความถี่ที่ใช้ซึ่งทำให้เกิดการสั่นสะเทือนที่หัวทรานสดิวเซอร์ของเครื่องขูดหินปูนไฟฟ้าโดยทั่วไปอยู่ในช่วง 25KHz - 40KHz ความถี่ที่นิยมใช้คือ25KHz (Wikipedia., 2016; Walmsley., 2015; Pocket dentistry., 2015) ปัจจุบันเครื่องขูดหินปูนไฟฟ้าถูกติดตั้งอยู่ในระบบเครื่องยูนิตทันตกรรม (Dental unit) ในกรณีที่เครื่องขูดหินปูนไฟฟ้านี้ไม่สามารถใช้งานได้ ต้องรอช่างผู้ชำนาญการทำการแก้ไข ซึ่งต้องเสียเวลาและเลื่อนนัดผู้ป่วย ดังนั้นการประดิษฐ์คิดค้นเครื่องขูดหินปูนในช่องปากด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค (25KHz)ก็เป็นแนวทางหนึ่งช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าวและช่วยพัฒนาเพื่อผลิตขึ้นใช้ภายในประเทศ ทดแทนการทำเข้าจากต่างประเทศ

2.วัตถุประสงค์

ออกแบบและสร้างเครื่องขูดหินปูนในช่องปากด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค(25KHz)ใช้ขูดหินปูนที่เกาะติดกับตัวฟันของผู้ป่วย ทดแทนเครื่องขูดหินปูนที่ติดตั้งในระบบเครื่องยูนิตทันตกรรมในกรณีที่เสีย(รอการแก้ไข) ทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องขูดหินปูนที่ออกแบบโดยการทำความสะอาดเปลือกหอยแครงแทนตัวฟันของผู้ป่วย

3. อุปกรณ์และวิธีการ

3.1 ใช้วัสดุและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลักดังนี้

3.1.1 ไอซีเบอร์ CD4046BCN ทรานซิสเตอร์เบอร์BUX 80, JE243, 2N2222, KN4403 และ MPAS92

3.1.2 ตัวโซลินอยด์วาล์ว(Solenoid valve) ตัวรีเลย์ (Relay)หม้อแปลงไฟฟ้าและสวิตซ์เท้า(Foot switch)

3.1.3 ไดโอด ตัวเก็บประจุไฟฟ้า ตัวความต้านทานและหลอดLED (Light-emitting diode)

3.1.4 พลาสติกแข็ง คอยล์ขดลวดทองแดงเบอร์16 และเบอร์40

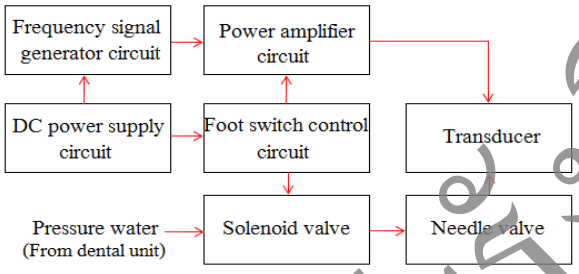
3.1.5 กล้องจุลทรรศน์(Nikon) รุ่น LEDS NO 210405 และเปลือกหอยแครง(Cockle shell)

3.1.6 เครื่องยูนิตทันตกรรม (Hallim Dentech) รุ่น HL-2072(ใช้ทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องขูดหินปูนที่ออกแบบและสร้าง)

3.1.7 เปลือกหอยแครง(Cockle shell) จำนวน 6 ฝา มีขนาดและมีสิ่งสกปรกบนเปลือกหอยที่ใกล้เคียงกัน

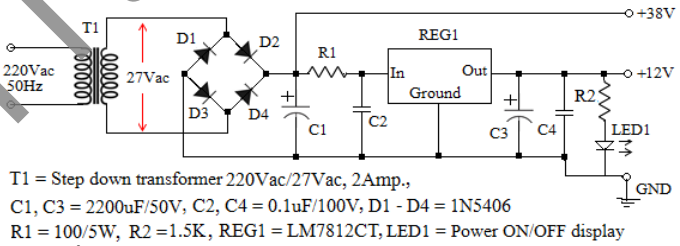
3.2 วิธีดำเนินงานวิจัย

3.2.1 ออกแบบเครื่องขูดหินปูนในช่องปากด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค(25KHz)มีหลักการทำงานเป็นไปตามไดอะแกรมรูปที่1



รูปที่1. แสดงส่วนประกอบและหลักการทำงานของเครื่องขูดหินปูนในช่องปากด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคที่ได้ออกแบบ

3.2.2 การออกแบบวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง(DC power supply circuit)วงจรนี้ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับไปเป็นไฟฟ้ากระแสตรง การออกแบบใช้หม้อแปลงไฟฟ้า(T1)ทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าจาก220Vac/50Hz ไปเป็น27Vac ใช้วงจร Full wave rectifier (D1 –D4)และตัวเก็บประจุไฟฟ้า(C1)ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ 27Vacไปเป็นไฟฟ้ากระแสตรง+38Vและจ่ายให้กับวงจรเพาเวอร์แอมปลิไฟเออร์ ใช้ตัวความต้านทาน R1ลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง+38Vให้น้อยลงและจ่ายให้กับตัวควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้คงที่(Regulator)คือที่ +12V ไฟฟ้ากระแสตรงนี้ ถูกจ่ายให้กับวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่ วงจรสวิตซ์เท้าควบคุมและระบบควบคุมความดันน้ำ มีหลอด LED1 แสดงสถานะด้วยแสงสว่างขณะถูกเปิดหรือปิด(ON/OFF)เครื่องขูดหินปูนที่ออกแบบและสร้างใช้งาน



T1 = Step down transformer 220Vac/27Vac, 2Amp.,
C1, C3 = 2200uF/50V, C2, C4 = 0.1uF/100V, D1 - D4 = 1N5406
R1 = 100/5W, R2 =1.5K, REG1 = LM7812CT, LED1 = Power ON/OFF display

รูปที่2. แสดงวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้ออกแบบ

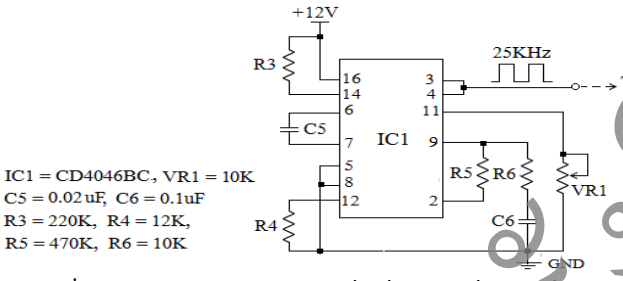
3.2.3 การออกแบบวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่(Frequency signal generator circuit)วงจรนี้ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม(Square wave)มีความถี่ 25KHz (ความถี่นี้ซึ่งตรงกับความถี่จุดทำงานของหัวของทรานสดิวเซอร์ที่ 25KHz) การออกแบบวงจรใช้ไอซีเบอร์CD4046BC(Electronic Components Datasheet., 2002) ตัวความต้านทานR3, R4, R5, R6 และVR1 ตัวเก็บประจุไฟฟ้า C5และC6 ประกอบกันเป็นวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่ ตัวที่กำหนดสัญญาณความถี่ในวงจรคือVR1และC1 สามารถคำนวณจากสมการดังนี้

$$F_O = 1 / (VR1 \times C5) \quad (1)$$

การออกแบบกำหนดความถี่ที่เอาต์พุตของวงจร(F_O) = 25KHz, C5 = 0.02μF ต้องการหาค่า VR1 แทนค่าลงในสมการที่(1) 25KHz = 1 / (VR1 x 0.02μF)

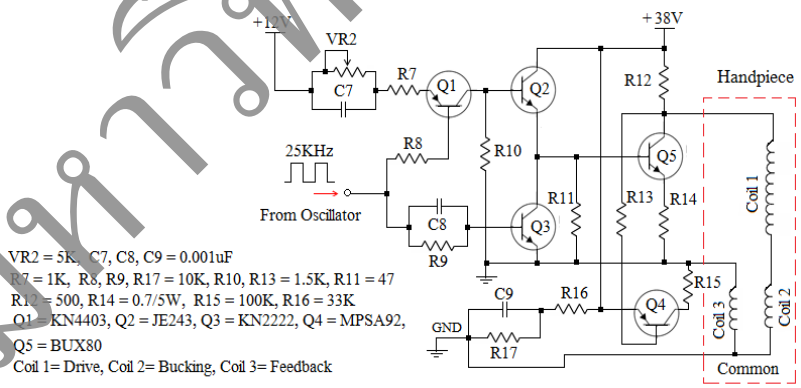
VR1 = 1 / (25KHz x 0.02μF), VR1 = 2 KΩ

ดังนั้นทำการปรับค่า VR1 จาก 10 KΩ ไปเป็น 2KΩ ส่งผลทำให้วงจรนี้กำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมมีความถี่ 25KHz ออกที่เอาต์พุตของวงจร(ขา3, 4)



รูปที่3. แสดงวงจรกำเนิดสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม ความถี่ 25kHzที่ได้ออกแบบ

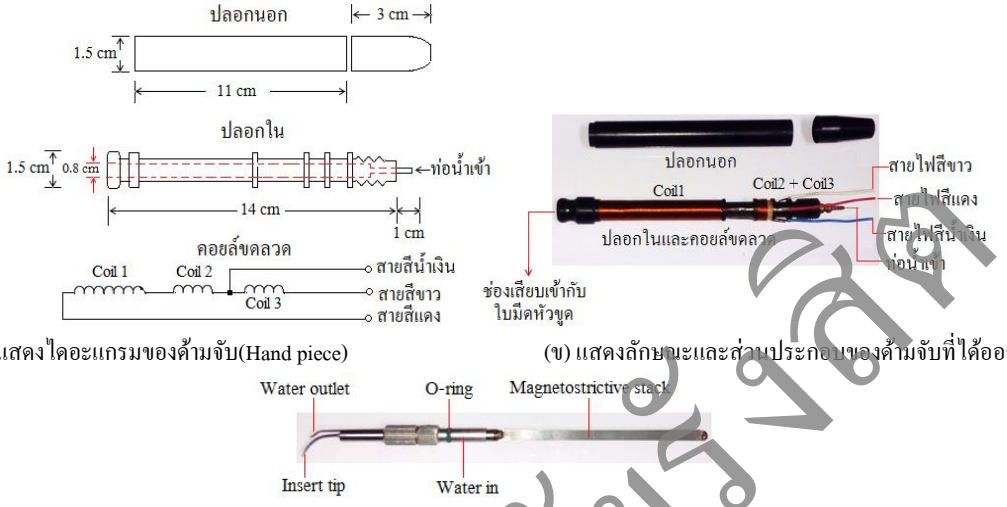
3.2.4 การออกแบบวงจรเพาเวอร์แอมปลิไฟเออร์(Power amplifier circuit)วงจรนี้ทำหน้าที่ขยายสัญญาณรูปสี่เหลี่ยมความถี่ 25KHz ที่ได้จากวงจรกำเนิดสัญญาณความถี่ให้มีแอมพลิจูดเพิ่มสูงขึ้นแต่คงค่าความถี่เดิมไว้และจ่ายให้กับคอยล์ขดลวด(Coil1–Coil3) ซึ่งอยู่ภายในด้ามจับ(Hand piece) ซึ่งเป็นส่วนหัวของทรานสดิวเซอร์ การออกแบบวงจรใช้ทรานซิสเตอร์ Q1 – Q5 ตัวความต้านทาน R7 – R17 ตัวเก็บประจุไฟฟ้า C7 – C9และตัวความต้านทานปรับค่าได้ VR2ต่อกันเป็นวงจรเพาเวอร์แอมปลิไฟเออร์ Class AB มีการจัดวงจรเป็นแบบ Push – pull circuit. (Amplifiers Module., 2012; Electronic Components Datasheet., 1997)



รูปที่4. แสดงวงจรเพาเวอร์แอมปลิไฟเออร์ที่ได้ออกแบบ

3.2.5 การออกแบบหัวทรานสดิวเซอร์(Transducer)หัวทรานสดิวเซอร์ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานทางเชิงกล(การสั่นสะเทือน)มีส่วนประกอบ 2 ส่วนหลักคือ 1)ด้ามจับ(Hand piece)ทำจากพลาสติกแข็งกลึงขึ้นรูปประกอบด้วยปลอกนอกและปลอกในดังแสดงไดอะแกรมในรูปที่5(ก) ในส่วนของปลอกในถูกพันรอบด้วยคอยล์ขดลวด 3 ชุดคือCoil1ใช้ขดลวดเบอร์16 พัน163 รอบ Coil2ใช้ขดลวดเบอร์16 พัน10 รอบและCoil3ใช้ขดลวดเบอร์40 พัน 318รอบ ดังแสดงในรูปที่5(ข) และ2)ใบมีดหัวขูด(Insert tip)เป็นส่วนที่สั่นสะเทือนเมื่อมีสนามไฟฟ้าจากด้ามจับ

(Hand piece)มาตกคร่อมตัวมัน (Dental and Medical supplies., 2016) มีส่วนประกอบดังแสดงในรูปที่5(ค)ซึ่งซื้อมาจากบริษัทภายนอก (เป็นส่วนที่ไม่ได้ออกแบบและสร้างในงานวิจัยนี้)



(ก) แสดงไดอะแกรมของด้ามจับ(Hand piece) (ข) แสดงลักษณะและส่วนประกอบของด้ามจับที่ได้ออกแบบ

(ค) ลักษณะของใบมีดหัวขูด

รูปที่ร. แสดงลักษณะและส่วนประกอบของหัวทรานสดิวเซอร์ที่ได้ออกแบบ

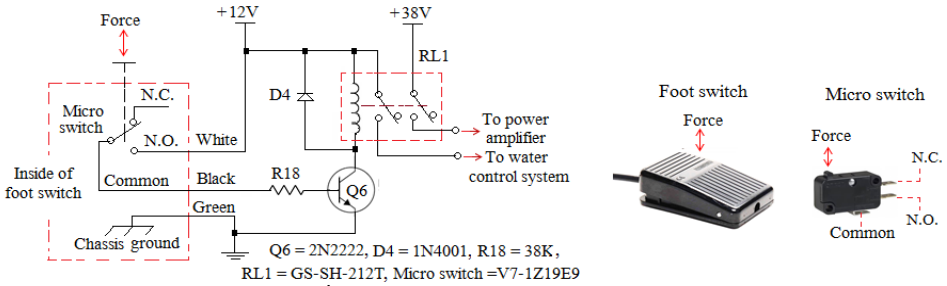
3.2.6 การออกแบบวงจรสวิตซ์เท้าควบคุม(Foot switch control circuit)วงจรนี้ทำหน้าที่ควบคุมไฟฟ้าจากวงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจ่ายให้กับวงจรเพาเวอร์แอมปลิไฟเออร์และตัวโซลินอยด์วาล์วให้ทำงานพร้อมกัน การออกแบบใช้ตัวไมโครสวิทช์ (Micro switch) ตัวรีเลย์(RL1) ตัวทรานซิสเตอร์ Q6 ตัวไดโอด D4 และตัวความต้านทาน R18 ต่อวงจรเข้าด้วยกันดังแสดงในรูปที่6(ง) หลักการทำงานของวงจรนี้คือเมื่อสวิตซ์เท้าควบคุมถูกเหยียบกระไฟฟ้ากระแสตรง +12Vจากแหล่งจ่ายไฟไหลผ่านตัวไมโครสสวิทซ์เข้าสู่ตัว Q6 โดยผ่าน R18 เมื่อ Q6 ถูกไบอัส(Bias)กระแสไฟฟ้าตรง +12V ไหลผ่านคอยล์ขดลวดของรีเลย์(RL1)ส่งผลทำให้ สวิทช์รีเลย์ชุดที่1ต่อไฟ+12Vจ่ายให้กับระบบควบคุมความดันน้ำและสวิทช์รีเลย์ชุดที่2 ต่อไฟ +38Vจ่ายให้กับวงจรเพาเวอร์แอมปลิไฟเออร์ในกรณีที่สวิตซ์เท้านี้ไม่ถูกเหยียบสวิทช์รีเลย์ชุดที่1และชุดที่2 ตามที่กล่าวข้างต้นจะตัดไฟฟ้ากระแสตรง(+12Vและ +38V)ออกจากวงจรทั้งสองทันที การคำนวณหาค่า R18 เพื่อหาจุดไบอัสการทำงานของQ6(2N2222)ได้ดังนี้ จากData sheet ของ 2N2222 แสดงคุณลักษณะเฉพาะไว้คือ IC_{max}= 150mA, h_{FE}= 100, VBE = 0.6 VและVCE_{max}= 1V และจาก Data sheet ของรีเลย์(RL1 เบอร์ GS-SH-212T)ใช้กระแสไฟฟ้าในการทำงาน 30 mA ที่แรงดันไฟฟ้า +12V มีความต้านทานของคอลย์ขดลวด 400Ω ดังนั้นการออกแบบเพื่อหาจุดคัตออฟ(Cut off region)ในการทำงานของ Q6ได้ดังนี้โดยกำหนดให้ IC = 30 mA (คิดที่กระแสโหลดรีเลย์ของ RL1) เมื่อทราบค่า h_{FE}= *100* สามารถคำนวณหาค่า R18 ได้จากสมการดังนี้

$$I_B = I_C / h_{FE} \quad (2)$$

แทนค่าในสมการ $I_B = 30\ mA / 100, \quad I_B = 0.3\ mA$

เมื่อต้องการหาค่า R18 โดยใช้สมการดังนี้ $R18 = (V_{Foot\ switch} - V_{BE}) / I_B \quad (3)$

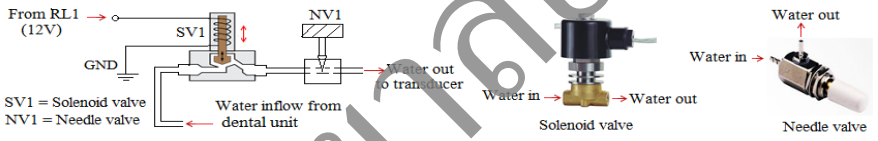
แทนค่าลงในสมการ $R18 = (12V - 0.6V) / 0.3\ mA, \quad R18 = 38K\Omega$



(ง) แสดงวงจรของสวิตซ์เท้าควบคุมที่ได้ออกแบบ (จ) ลักษณะของสวิตซ์เท้าควบคุมและตัวไมโครสวิทช์ที่อยู่ภายใน

รูปที่6. แสดงวงจรและลักษณะของสวิตซ์เท้าควบคุมที่ได้ออกแบบ

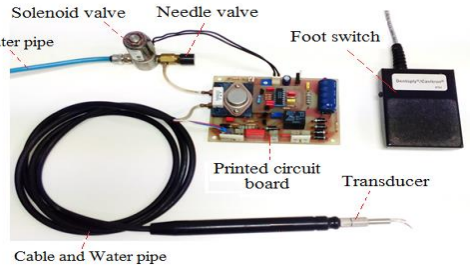
3.2.7 การออกแบบระบบควบคุมความดันน้ำ(Water pressure control system)วงจรในส่วนนี้ประกอบไปด้วย 1)ตัวโซลินอยด์วาล์ว(SV1) (Solenoid valve, Parker., 2011) และ2) วาล์วเข็ม (NV1) เมื่อสวิตซ์เท้าควบคุมถูกเหยียบไฟฟ้ากระแสตรง+12Vจากตัวรีเลย์(RL1)ไหลเข้าสู่ตัวโซลินอยด์วาล์วโดยตรงและไหลลงกราวด์ของวงจร ทำให้ส่วนของวาล์วที่อยู่ภายในตัวโซลินอยด์วาล์วนี้ถูกเปิดออกน้ำที่มีความดันจากระบบเครื่องยูนิตทันตกรรมไหลผ่านวาล์วนี้และไหลเข้าสู่หัวทรานสดิวเซอร์ ปริมาณของน้ำจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการปรับวาล์วเข็มนี้โดยทันตแพทย์



(ฉ) วงจรของระบบควบคุมน้ำ (ช) ลักษณะของตัวโซลินอยด์วาล์และวาล์วเข็ม

รูปที่7. แสดงวงจรและลักษณะของตัวโซลินอยด์วาล์และวาล์วเข็มที่ได้ออกแบบ

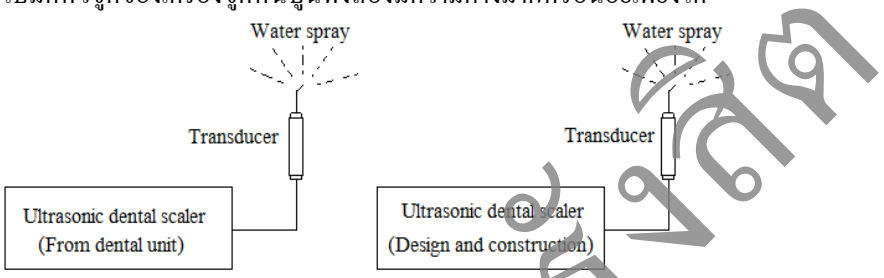
เมื่อนำวงจรที่ออกแบบในรูปที่2 ถึงรูปที่7 มาประกอบกันเป็นวงจรไฟฟ้ารวมหรือเป็นบอร์ดวงจรของเครื่องขูดหินปูนในช่องปากด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคดังแสดงในรูปที่8 (ลายวงจรไฟฟ้าบนแผ่นปริ้นเขียนด้วยโปรแกรม Altium designer V.10)



รูปที่8. แสดงวงจรไฟฟ้ารวมของเครื่องขูดหินปูนในช่องปากด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคที่ออกแบบและสร้างเสร็จสมบูรณ์

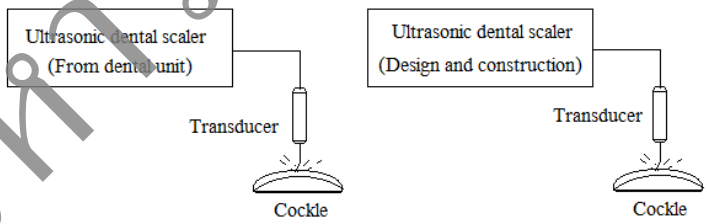
3.2.8 วิธีการทดสอบเครื่องขูดหินปูนที่ได้ออกแบบและสร้าง การทดสอบไม่สามารถใช้ขูดหินปูนจริงในช่องปากของผู้ป่วยได้ เนื่องจากเป็นเครื่องต้นแบบ นอกจากนี้ยังไม่มีเครื่องมือสอบเทียบที่มีมาตรฐานใดในประเทศไทยใช้ในการสอบเทียบ ดังนั้นการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องขูดหินปูนนี้มุ่งเน้นทดสอบเชิงคุณภาพด้วย 3 วิธีการคือ

1.ทดสอบเพื่อดูถึงการแตกตัวหรือการฟุ้งกระจายของน้ำใช้ในการชะล้างเปลือกหอยแครงขณะที่หัวทรานสดิวเซอร์สั่นสะเทือนโดยเปรียบเทียบระหว่างเครื่องขูดหินปูนที่ออกแบบและสร้าง เทียบกับเครื่องขูดหินปูนที่ติดตั้งอยู่ในระบบเครื่องยูนิตทันตกรรม รุ่น HL-2070 วิธีการทดสอบคือปล่อยระดับกำลังไฟฟ้าส่งออกซึ่งอยู่ที่หน้าปัดของเครื่องขูดหินปูนทั้งสองด้วยกำลังไฟฟ้าส่งออก 3ระดับที่เท่ากันคือที่ระดับ Low ระดับMedium ระดับ High และทำการปรับระดับน้ำให้มีความเหมาะสม ขณะทำการทดสอบให้พิจารณาและเปรียบเทียบปริมาณการฟุ้งกระจายของน้ำบริเวณส่วนปลายของใบมีดหัวขูดของเครื่องขูดหินปูนทั้งสองมีความต่างมากหรือน้อยเพียงใด



รูปที่๙. แสดงวิธีการทดสอบโดยการเปรียบเทียบปริมาณการฟุ้งกระจายของน้ำขณะที่หัวทรานสดิวเซอร์สั่นสะเทือนระหว่างเครื่องขูดหินปูนทั้งสอง

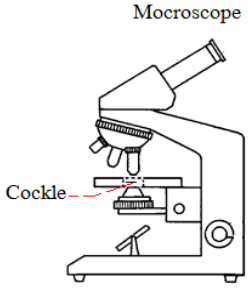
2.ทดสอบดูถึงคุณภาพในการกะเทาะหรือทำความสะอาดคราบสิ่งสกปรกบนเปลือกหอยแครง(เนื่องจากเปลือกหอยแครงมีองค์ประกอบคล้ายกับฟันของมนุษย์) วิธีการทดสอบโดยการนำส่วนปลายของใบมีดหัวขูดของเครื่องขูดหินปูนที่ออกแบบและเครื่องขูดหินปูนจากระบบเครื่องยูนิตทันตกรรม สัมผัสกับเปลือกหอยแครงโดยตรงเพื่อทำความสะอาด(ขูดบนเปลือกหอย)โดยปล่อยกำลังไฟฟ้าส่งออกซึ่งอยู่ที่หน้าปัดของเครื่องขูดหินปูนทั้งสองด้วยกำลังไฟฟ้าส่งออก 3 ระดับที่เท่ากันคือที่ระดับ Low ระดับMediumและระดับ High ใช้เวลาในการทำความสะอาดอย่างต่อเนื่อง 3 นาทีหลังจากนั้นพิจารณาและเปรียบเทียบถึงลักษณะความสะอาดที่เกิดขึ้นบนเปลือกหอยแครง



รูปที่๑๐. แสดงการทดสอบโดยเปรียบเทียบวิธีการทำความสะอาดบนเปลือกหอยแครงด้วยเครื่องขูดหินปูนทั้งสอง

3. ทดสอบดูถึงรูพรุนที่เกิดขึ้นบนร่องเปลือกหอยแครงหลังจากการขูดหรือทำความสะอาดด้วยเครื่องขูดหินปูนที่ออกแบบและเครื่องขูดหินปูนจากระบบเครื่องยูนิตทันตกรรมด้วยกำลังไฟฟ้าส่งออก 3ระดับที่เท่ากันคือที่ระดับ Low ระดับMedium และระดับ High โดยการใช้กล้องจุลทรรศน์ รุ่น LEDS NO 210405 ส่องดูและถ่ายภาพ ดูถึงลักษณะของรูพรุนที่เกิดขึ้นในร่องเปลือกหอยแครงแต่ละตัวที่ระดับกำลังไฟฟ้า 3ระดับ(เครื่องขูดหินปูนที่มีคุณภาพต่ำจะทำให้เกิด รูพรุนที่ตัวฟันมากและลึกซึ่งเปิดโอกาสให้เชื้อจุลินทรีย์เข้าไปฝังตัวได้ง่ายและเกิดเป็นโรคฟันผุตามมา)

มหาวิทยาลัยรังสิต



รูปที่11. วิธีการทดสอบดูถึงรูพรุนที่เกิดขึ้นในร่องบนเปลือกหอยแครงด้วยกล้องจุลทรรศน์ หลังจากทำความสะอาดด้วยเครื่องขูดหินปูนทั้งสอง

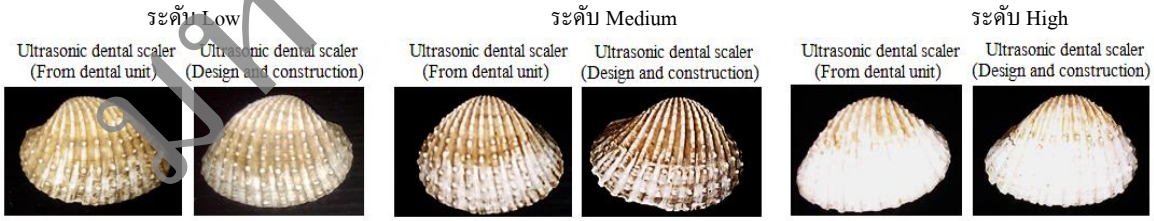
4. ผลการวิจัย

ผลการทดสอบในงานวิจัยนี้มี 3ส่วนหลักคือ

4.1 ผลการทดสอบเพื่อดูถึงการฟุ้งกระจายของน้ำใช้สำหรับชะล้างเปลือกหอยแครง ตามกระบวนการทดสอบในรูปที่9 พบว่าการฟุ้งกระจายของน้ำที่หัวทรานสดิวเซอร์ของเครื่องขูดหินปูนทั้งสองมีความใกล้เคียงกันดังแสดงในรูปที่12

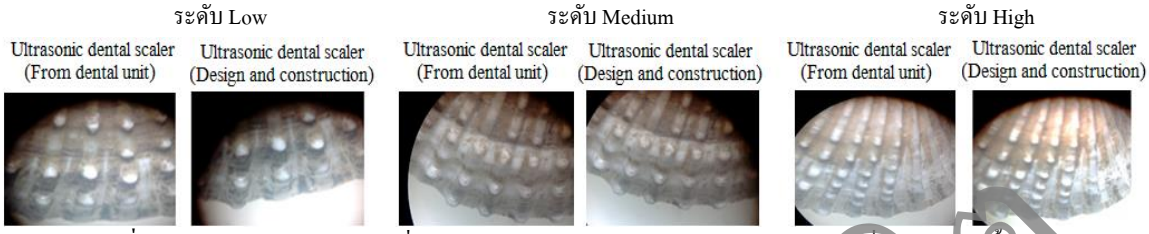
รูปที่12 แสดงผลการเปรียบเทียบการฟุ้งกระจายของน้ำบริเวณส่วนหัวทรานสดิวเซอร์ของเครื่องขูดหินปูนทั้งสอง

4.2 ผลการทดสอบดูถึงคุณภาพในการกะเทาะหรือการทำความสะอาดคราบสิ่งสกปรกบนเปลือกหอยแครงตามกระบวนการทดสอบในรูปที่10 พบว่ามีความใกล้เคียงกันดังแสดงในรูปที่13



รูปที่13. แสดงผลการเปรียบเทียบความสะอาดบนเปลือกหอยแครงหลังจากถูกทำความสะอาดด้วยเครื่องขูดหินปูนทั้งสอง

4.3 ผลการทดสอบดูถึงรูพรุนที่เกิดขึ้นบนเปลือกหอยแครง ตามกระบวนการทดสอบในรูปที่11 พบว่ามีความใกล้เคียงกันดังแสดงในรูปที่14



รูปที่14. แสดงผลลักษณะของรูพรุนที่เกิดบนเปลือกหอยแครงหลังจากทำความสะอาดด้วยเครื่องขูดหินปูนทั้งสอง

5. การอภิปรายผล

ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องขูดหินปูนที่ออกแบบและสร้างถูกเปรียบเทียบกับเครื่องขูดหินปูนที่ติดตั้งอยู่ในระบบเครื่องยูนิตทันตกรรม เนื่องจากเป็นเครื่องใหม่และทันสมัยมีประสิทธิภาพการทำงานเป็นไปตามมาตรฐานสากล ผลการทดสอบเพื่อดูถึงการฟุ้งกระจายของน้ำใช้สำหรับชะล้างเปลือกหอยแครง เครื่องขูดหินปูนที่ติดตั้งอยู่ในระบบเครื่องยูนิตทันตกรรมมีน้ำฟุ้งกระจายใช้สำหรับชะล้างเปลือกหอยแครงได้มากกว่าเครื่องขูดหินปูนที่ออกแบบและสร้างเพียงเล็กน้อยเนื่องจากเครื่องขูดหินปูนที่ออกแบบและสร้างนั้นมีท่อน้ำที่ส่งไปยังหัวทรานสดิวเซอร์มีขนาดเล็กกว่าเล็กน้อย ผลการทดสอบดูถึงคุณภาพในการกะเทาะหรือการทำความสะอาดคราบสิ่งสกปรกบนเปลือกหอยแครงและผลการทดสอบดูถึงรูพรุนที่เกิดขึ้นบนเปลือกหอยแครงหลังจากการขูดด้วยเครื่องขูดหินปูนทั้งสองซึ่งมีความใกล้เคียงกันมาก ผลการทดสอบที่ได้ผลต่างกันเล็กน้อยนั้นอาจเกิดจากการออกแบบเครื่องขูดหินปูนในช่องปากด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคมีคุณภาพต่ำกว่าเครื่องขูดหินปูนที่ติดตั้งอยู่ในระบบเครื่องยูนิตทันตกรรมเล็กน้อยหรืออาจมีผลมาจากความแข็งของเปลือกหอยแครงและแรงกดของใบมีดหัวขูดลงบนเปลือกหอยไม่เท่ากันส่งผลทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องทั้งสองต่างกันเล็กน้อย

6. บทสรุป

การออกแบบและสร้างเครื่องขูดหินปูนในช่องปากด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิค มีวัตถุประสงค์เพื่อขูดหินปูนที่เกาะติดกับตัวฟันของผู้ป่วย (ในงานวิจัยนี้ทำการทดสอบโดยใช้ขูดคราบสิ่งสกปรกบนเปลือกหอยแครงแทนฟันผู้ป่วย) ตัวเครื่องขูดหินปูนที่ออกแบบและสร้างประกอบด้วยส่วนของฮาร์ดแวร์เป็นหลักคือ1)วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 2)วงจรกำเนิดสัญญาณความถี่ 3)วงจรเพาเวอร์แอมปลิไฟเออร์ 4)หัวทรานสดิวเซอร์ 5)วงจรสวิตซ์เท้าควบคุมและ 6)ระบบควบคุมความดันน้ำ ผลการทดสอบเปรียบเทียบเชิงคุณภาพระหว่างเครื่องขูดหินปูนที่ออกแบบและเครื่องขูดหินปูนที่ติดตั้งอยู่ในระบบเครื่องยูนิตทันตกรรมพบว่า 1)ผลการทดสอบเพื่อดูถึงการฟุ้งกระจายของน้ำสำหรับชะล้างเปลือกหอยแครง 2) ผลการทดสอบการกะเทาะหรือการทำความสะอาดคราบสิ่งสกปรกบนเปลือกหอยแครงและ 3)ผลการทดสอบดูถึงรูพรุนที่เกิดขึ้นบนเปลือกหอยแครงนั้นเครื่องขูดหินปูนทั้งสองนี้มีประสิทธิภาพในการทำงานที่ใกล้เคียงกันมาก สามารถยอมรับได้ ดังนั้นการออกแบบและสร้างเครื่องขูดหินปูนในช่องปากด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิคนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

มหาวิทยาลัยรังสิต

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคณาจารย์ คณะทันตแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิตที่ให้ความรู้เกี่ยวกับการเกิดหินปูนและวิธีการกำจัดขูดหินปูนในช่องปาก ขอขอบคุณคณาจารย์หมวดวิชาจุลชีววิทยา ภาควิชาวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิตที่ให้ยืมกล้องจุลทรรศน์เพื่อเก็บผลงานวิจัยและขอขอบคุณมหาวิทยาลัยรังสิตที่ให้วัสดุและอุปกรณ์ต่างๆและสถานที่ในการทำงานวิจัยจนงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงลงได้

8. เอกสารอ้างอิง

A. D. Walmsley. (2015) . Ultrasonics in dentistry, Retrieved (2016, February 25) from http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875389215001042

Amplifiers Module. (2012) . Power Amplifiers. Retrieved (2016, May 30) from: http: / / www. learnabout-electronics.org /Downloads/amplifiers-module-05.pdf

Dental and Medical supplies. (2016) . Insert Tip P-10 Series 25 kHz BONART, Retrieved (2016, July 3) from: http: / / www. ebay. com/ itm/ Dental-Medical-Cavitron-Ultrasonic-Insert-25kHz-P-10-Kit-3-Tip-Universal-BONART-/281725864055Kit

Electronic Components Datasheet. (2002). CD4046BC, Micro power Phase-Locked Loop, Retrieved (2016, May 2)from: http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/50853/FAIRCHILD/CD4046BCN.html

Electronic Components Datasheet. (1997). BUX80, High voltage silicon power transistor, Retrieved (2016, May 30) from: http://pdf1.alldatasheet.com/datasheetpdf/view/22124/STMICROELECTRONICS/BUX80.html

Pocket Dentistri. (2015) . Ultrasonic instrumentation technique, Retrieved (2016, March 18) from: http://pocketdentistry.com/6-ultrasonic-instrumentation-technique/

Parker. (2011) . General Purpose Solenoid Valves, Retrieved (2016, July 28) from: https://www.parker.com/literature/Fluid%20Control%2Division/general_purpose_solenoid_valves_cat_fcdfl0911%20with%20bookmarks.pdf

Wikipedia. (2016) . Dental plaque. The free encyclopedia,Retrieved(2016, February 16) from: https://en.wikipedia.org/wiki/Dental_plaque