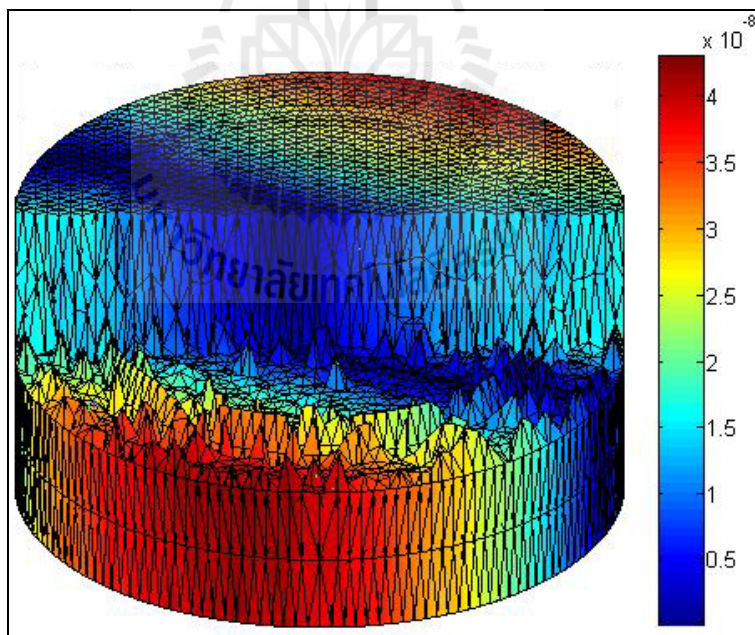
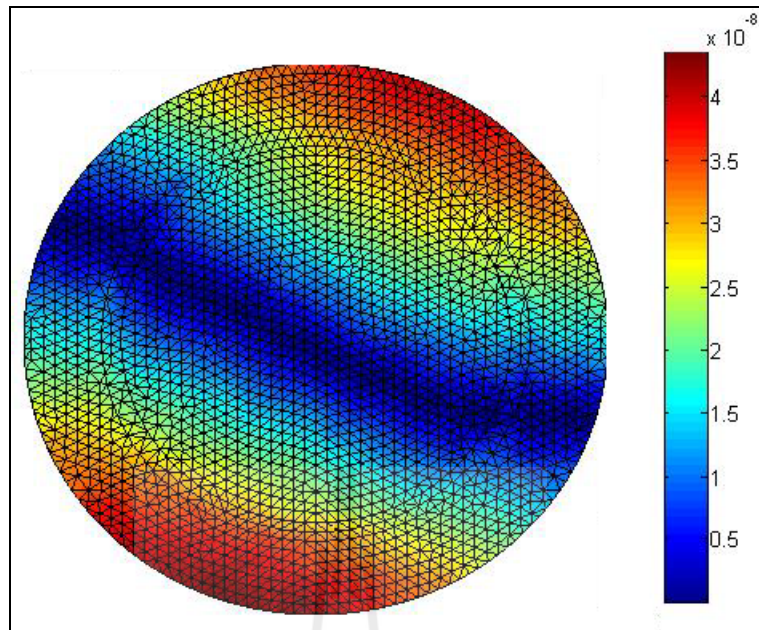


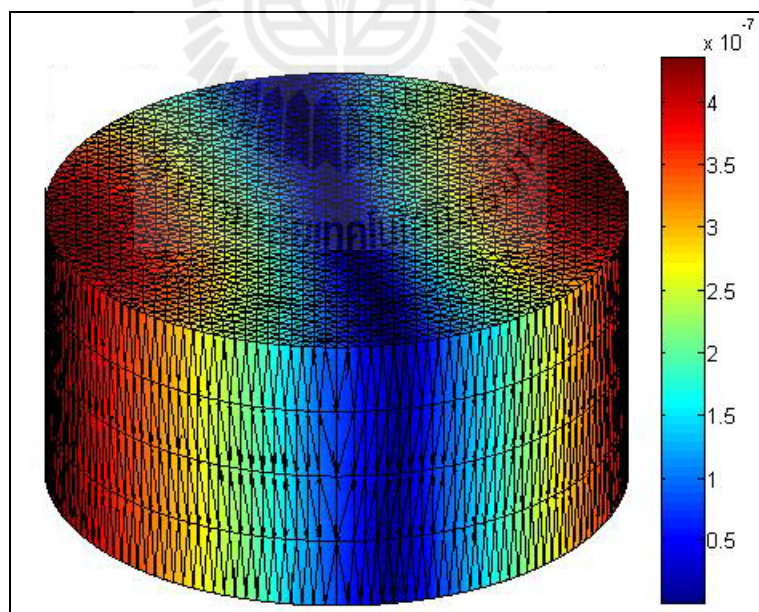
รูปที่ 6.142 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติที่ความถี่ 30 kHz



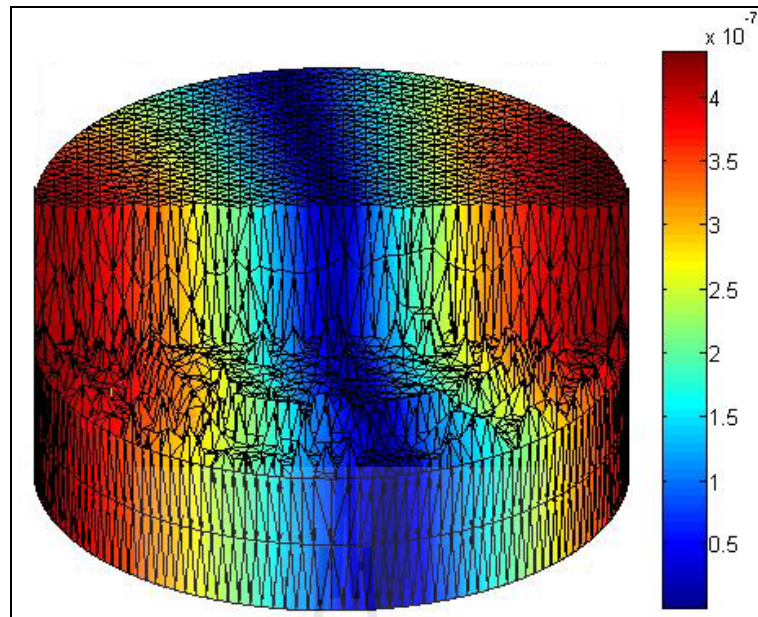
รูปที่ 6.143 ภาพตัดการกระจัดเชิงกล (m) ภายในหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติที่ความถี่ 30 kHz



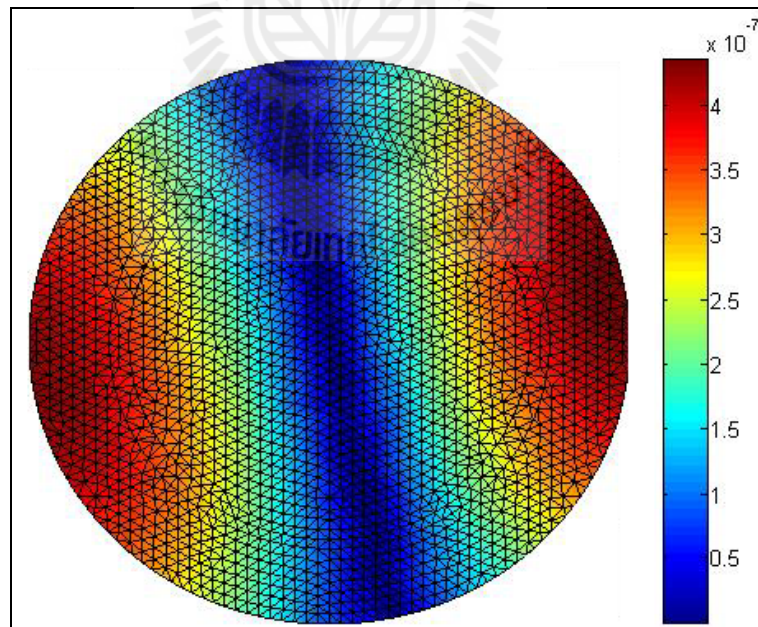
รูปที่ 6.144 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไพเอโซอิเล็กทริกบริเวณข้อต่อท่อขาเข้าและขาออกที่ความถี่ 30 kHz



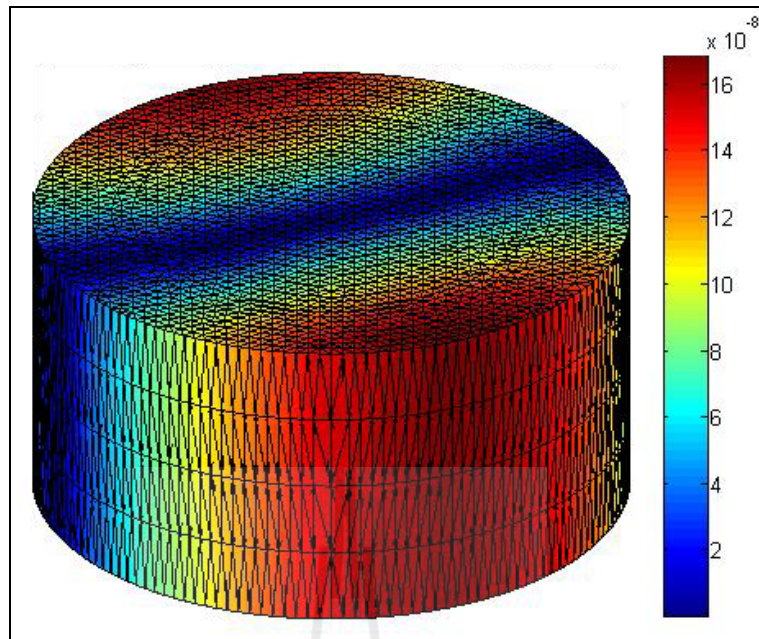
รูปที่ 6.145 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไพเอโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติที่ความถี่ 32 kHz



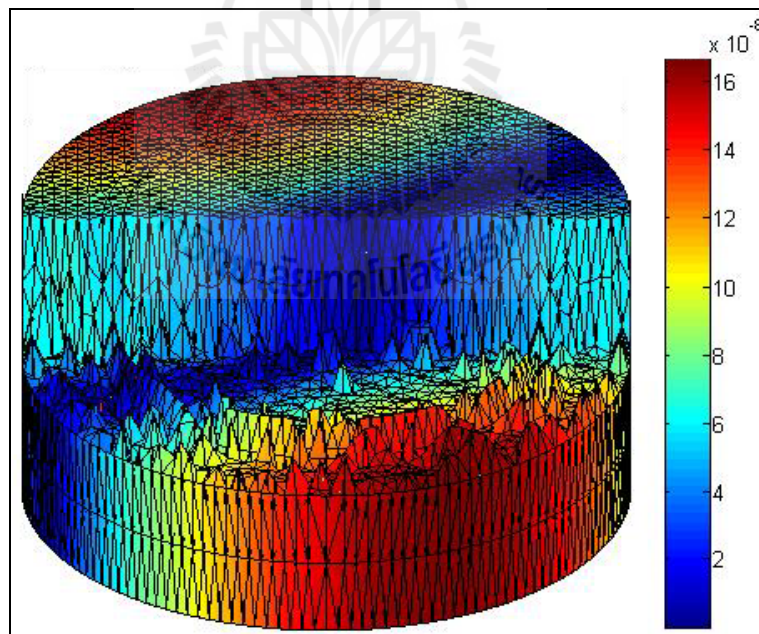
รูปที่ 6.146 ภาพตัดการกระจัดเชิงกล (m) ภายในหม้อแปลงไฟอิลีคทริกแบบ 3 มิติ ที่ความถี่ 32 kHz



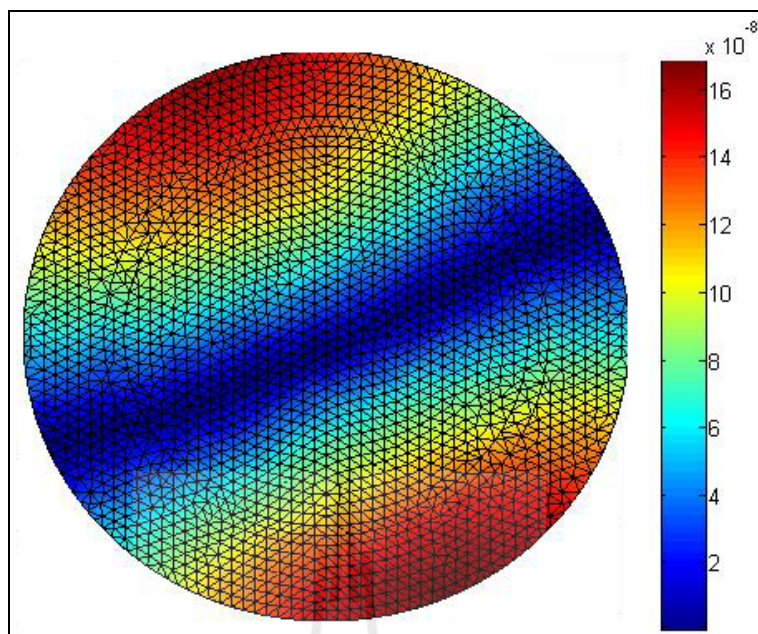
รูปที่ 6.147 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไฟอิลีคทริกบริเวณข้อต่อขาเข้าและขาออกมิติที่ความถี่ 32 kHz



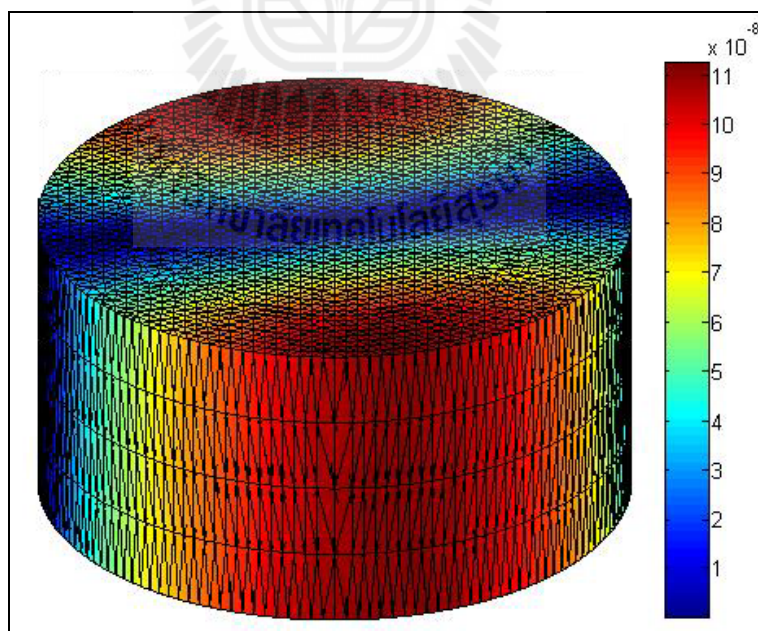
รูปที่ 6.148 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติที่ความถี่ 34 kHz



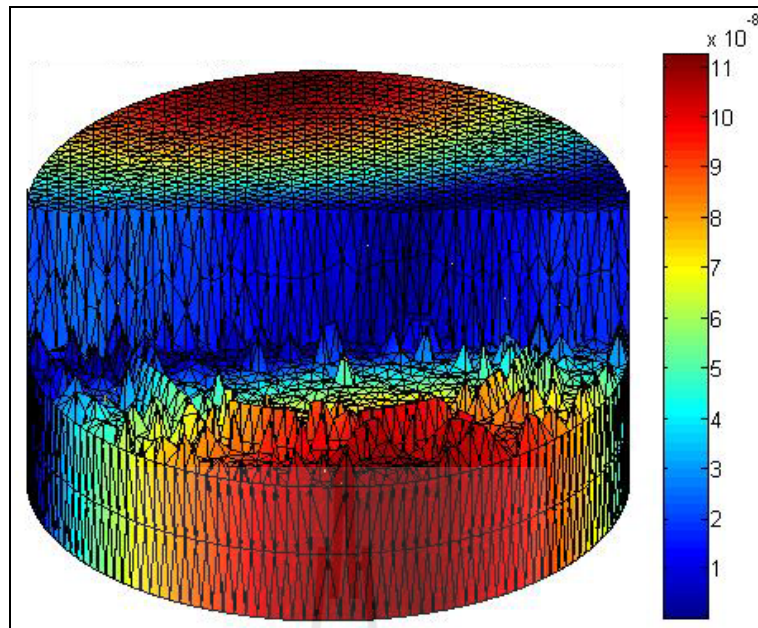
รูปที่ 6.149 ภาพตัดการกระจัดเชิงกล (m) ภายในหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติ
ที่ความถี่ 34 kHz



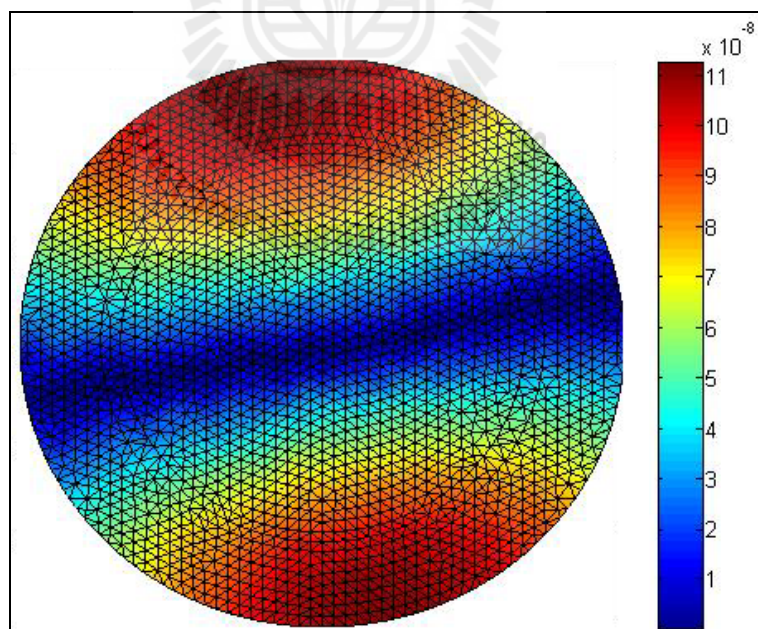
รูปที่ 6.150 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกบริเวณข้อต่อขาเข้าและขาออกมิติที่ความถี่ 34 kHz



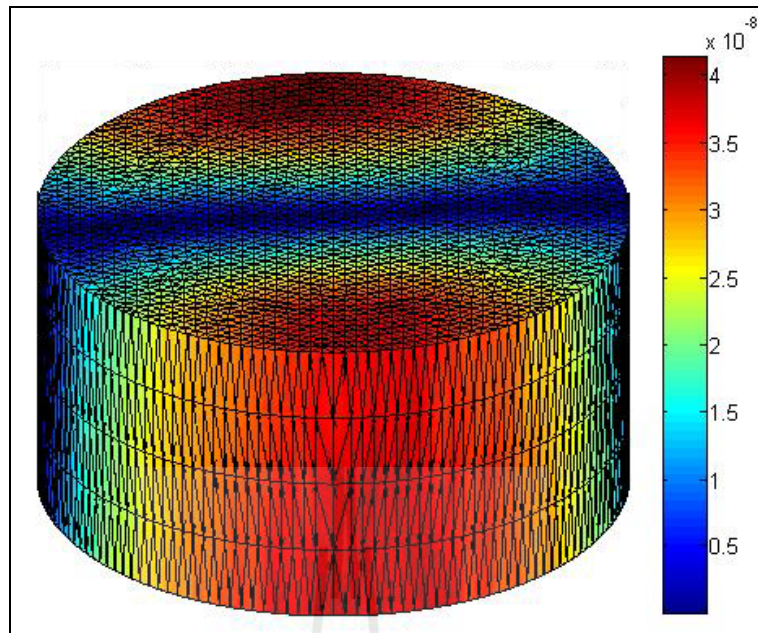
รูปที่ 6.151 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติที่ความถี่ 36 kHz



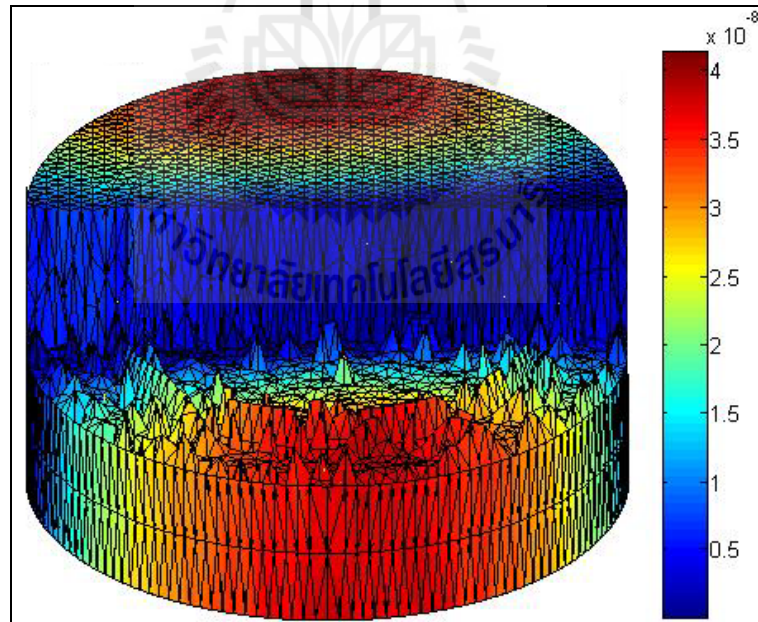
รูปที่ 6.152 ภาพตัดการกระจัดเชิงกล (m) ภายในหม้อแปลงไฟโอโซอิลิกทรูปแบบ 3 มิติ
ที่ความถี่ 36 kHz



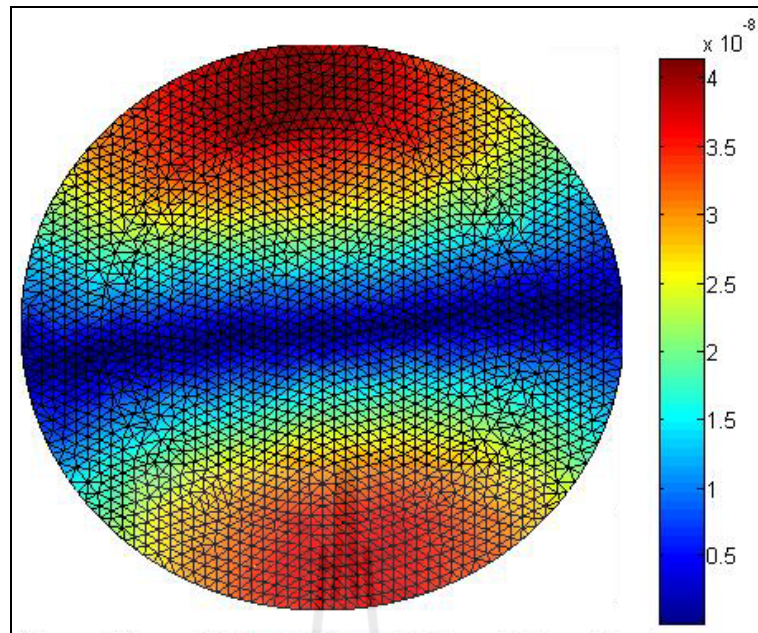
รูปที่ 6.153 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไฟโอโซอิลิกบริเวณข้อต่อขาเข้าและ
ขาออกมิติที่ความถี่ 36 kHz



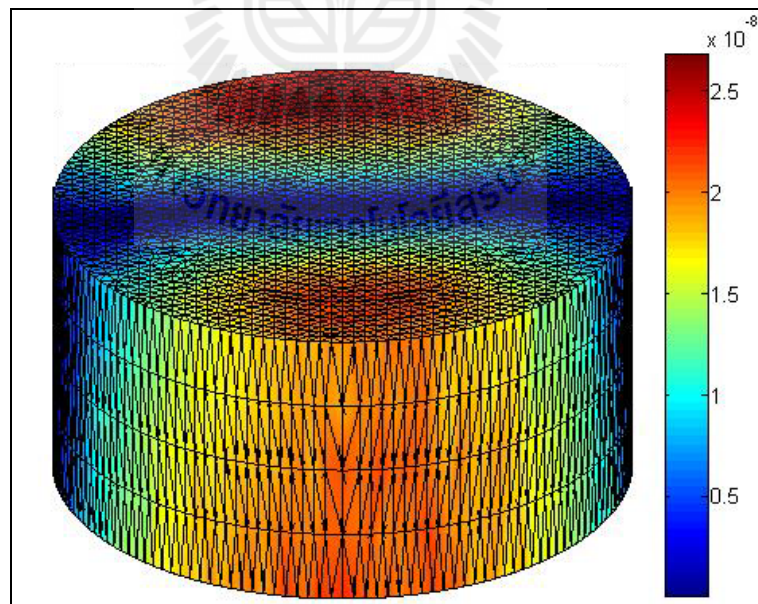
รูปที่ 6.154 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไพเอโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติที่ความถี่ 38 kHz



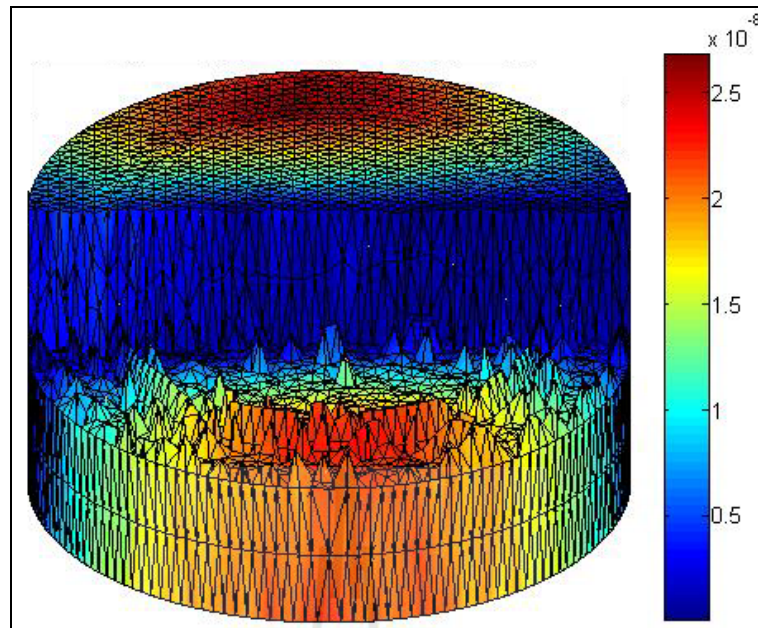
รูปที่ 6.155 ภาพตัดการกระจัดเชิงกล (m) ภายในหม้อแปลงไพเอโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติ
ที่ความถี่ 38 kHz



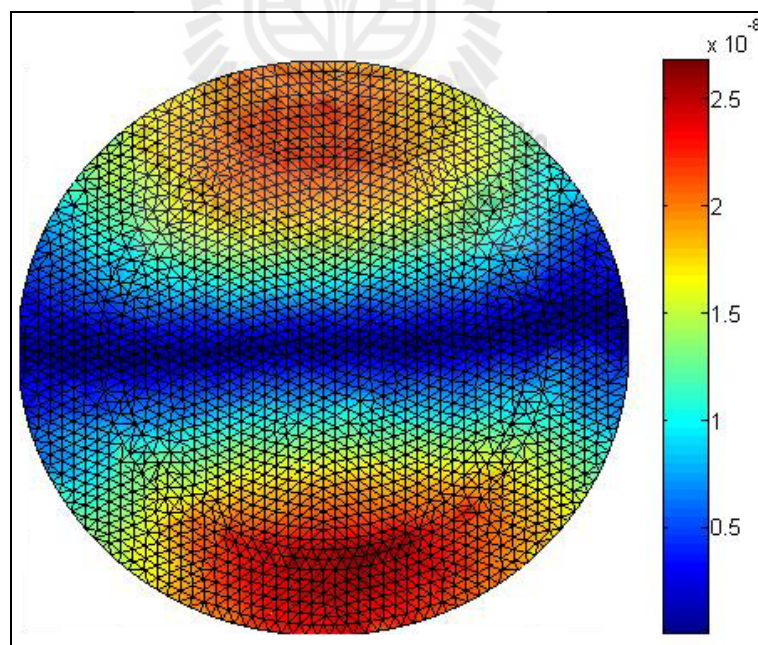
รูปที่ 6.156 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไพเอโซอิเล็กทริกบริเวณข้อต่อขาเข้าและขาออกมิติที่ความถี่ 38 kHz



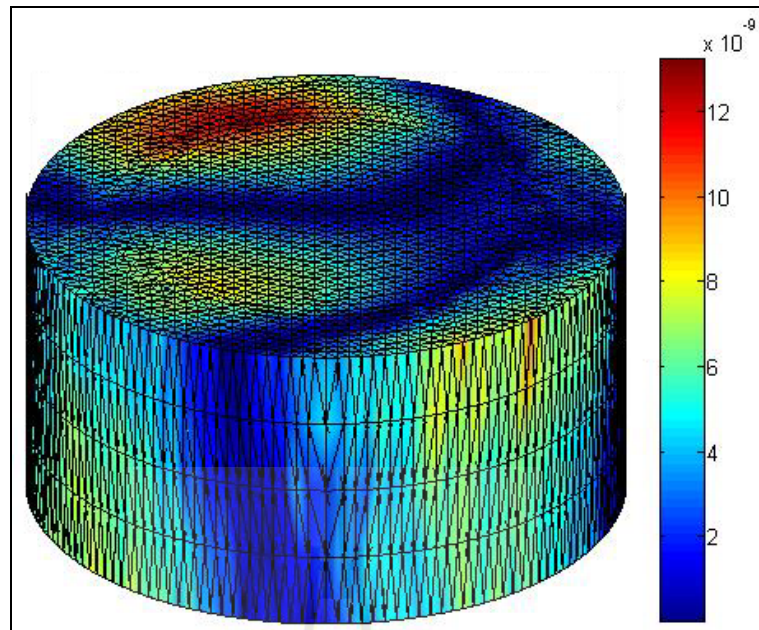
รูปที่ 6.157 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไพเอโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติที่ความถี่ 40 kHz



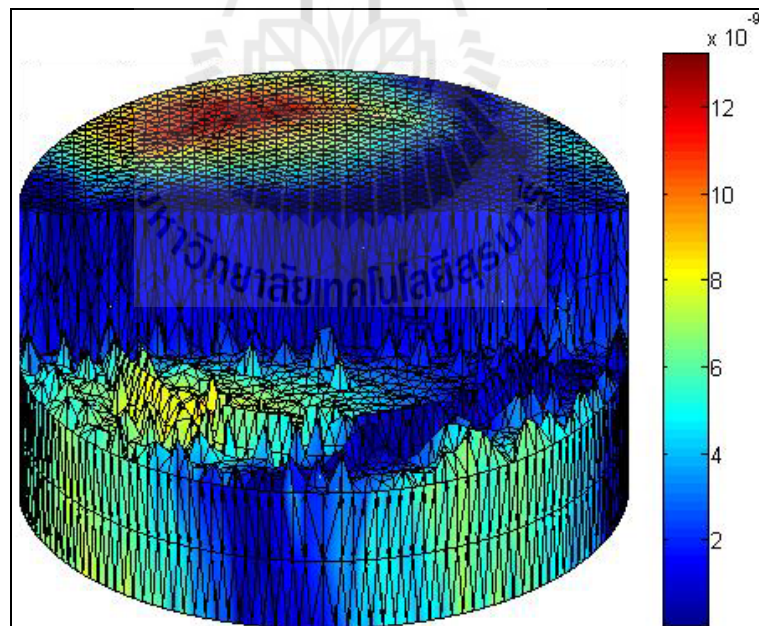
รูปที่ 6.158 ภาพตัดการกระจัดเชิงกล (m) ภายในหม้อแปลงไฟโอโซอิเล็กทรอนิกส์แบบ 3 มิติ ที่ความถี่ 40 kHz



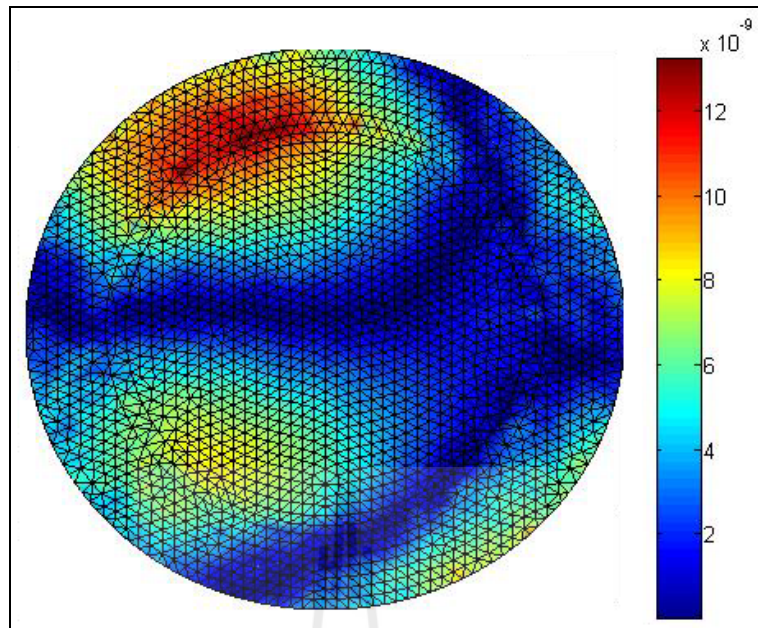
รูปที่ 6.159 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไฟโอโซอิเล็กทรอนิกส์บริเวณข้อต่อเล็กโทรดขาเข้าและขาออกมิติที่ความถี่ 40 kHz



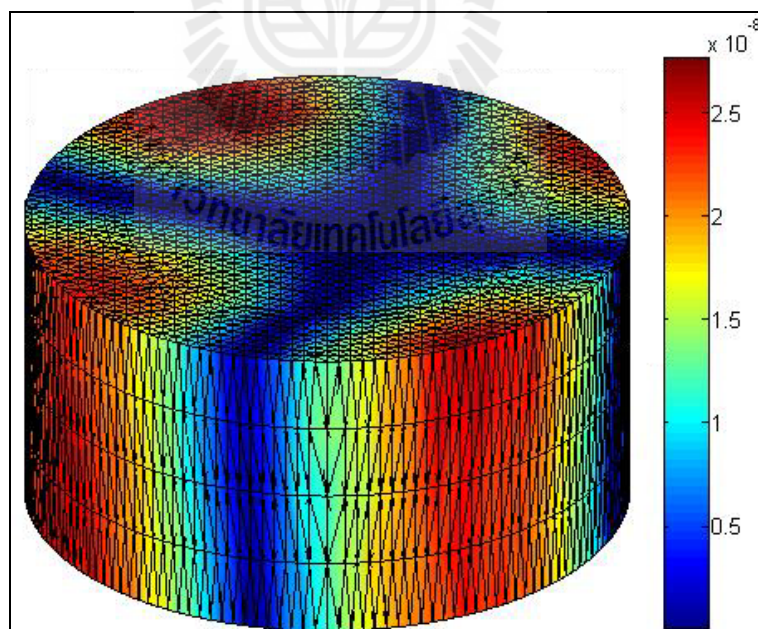
รูปที่ 6.160 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไพเอโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติที่ความถี่ 70 kHz



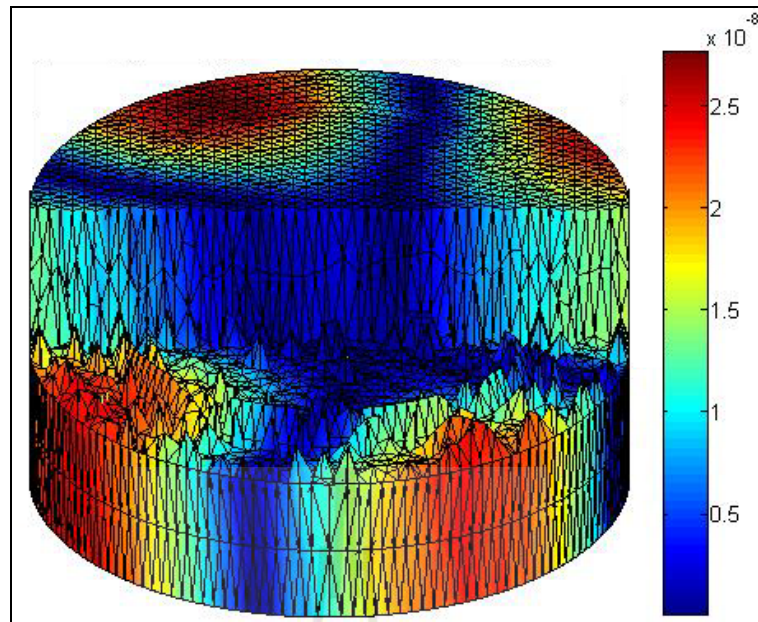
รูปที่ 6.161 ภาพตัดการกระจัดเชิงกล (m) ภายในหม้อแปลงไพเอโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติที่ความถี่ 70 kHz



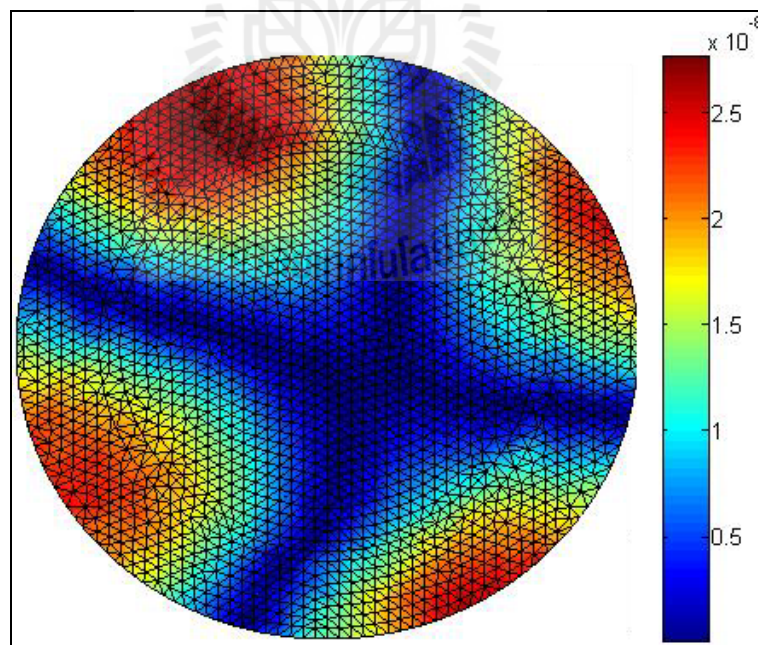
รูปที่ 6.16 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไฟออโซอิเล็กทริกบริเวณข้อต่อขาเข้าและขาออกที่ความถี่ 70 kHz



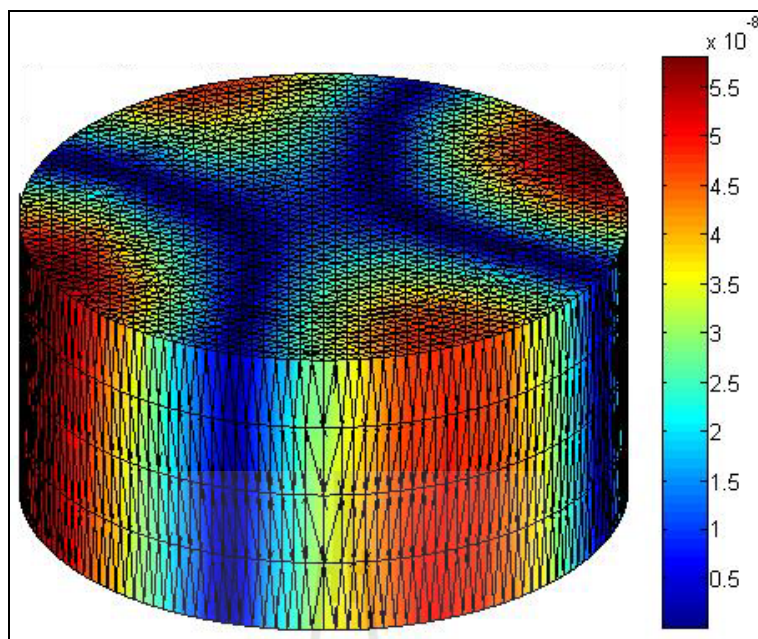
รูปที่ 6.163 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไฟออโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติที่ความถี่ 72 kHz



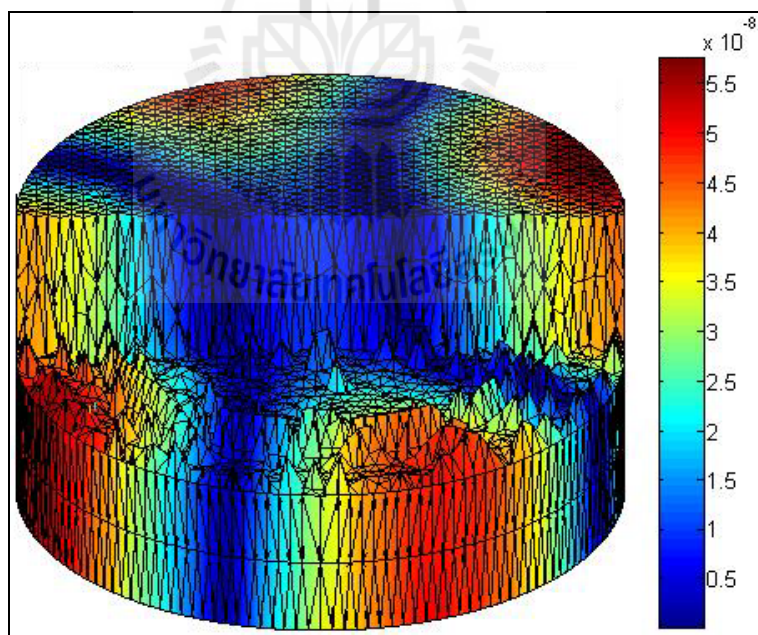
รูปที่ 6.164 ภาพตัดการกระจัดเชิงกล (m) ภายในหม้อแปลงไฟโอโซอิเล็กทรอนิกส์แบบ 3 มิติ
ที่ความถี่ 72 kHz



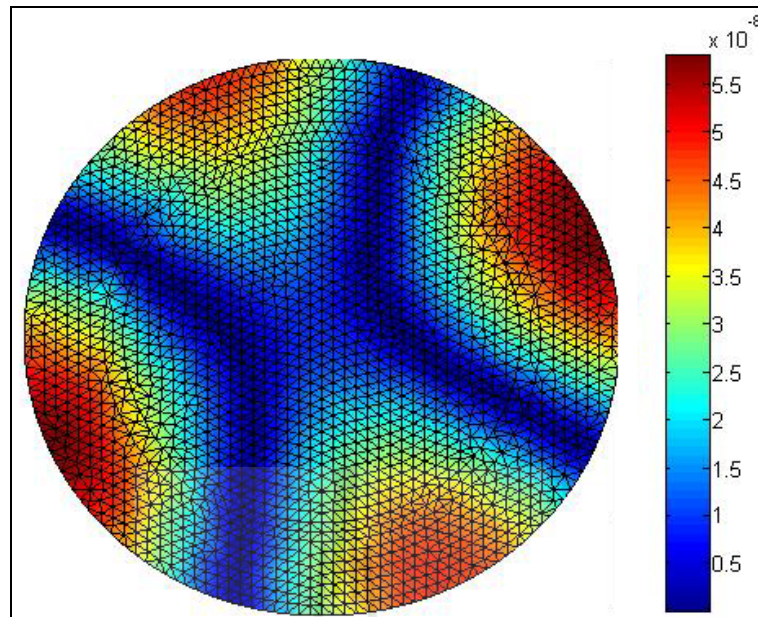
รูปที่ 6.165 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไฟโอโซอิเล็กทรอนิกส์บริเวณข้อต่อโครงขาเข้าและ
ขาออกมิติที่ความถี่ 72 kHz



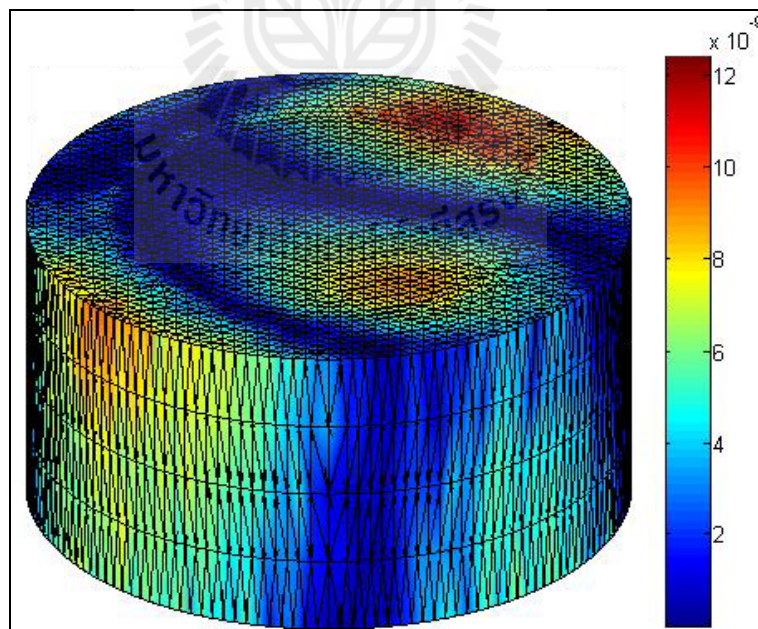
รูปที่ 6.166 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติที่ความถี่ 74 kHz



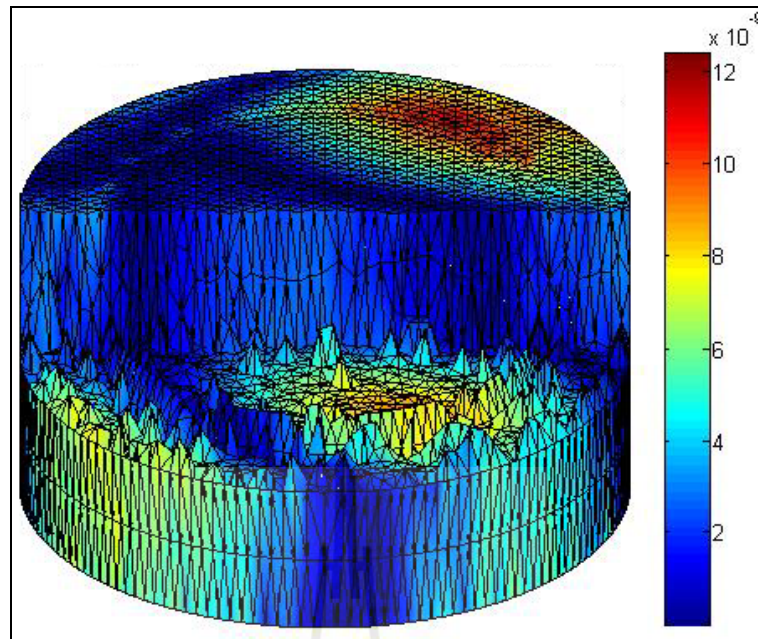
รูปที่ 6.167 ภาพตัดการกระจัดเชิงกล (m) ภายในหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติที่ความถี่ 74 kHz



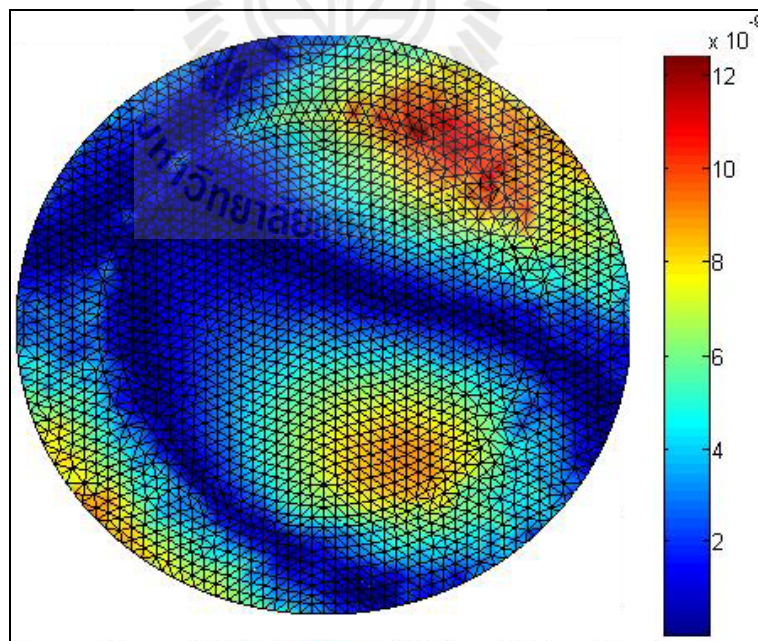
รูปที่ 6.168 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไพเอโซอิเล็กทริกบริเวณข้อต่อเล็กโทรดขาเข้าและขาออกมิติที่ความถี่ 74 kHz



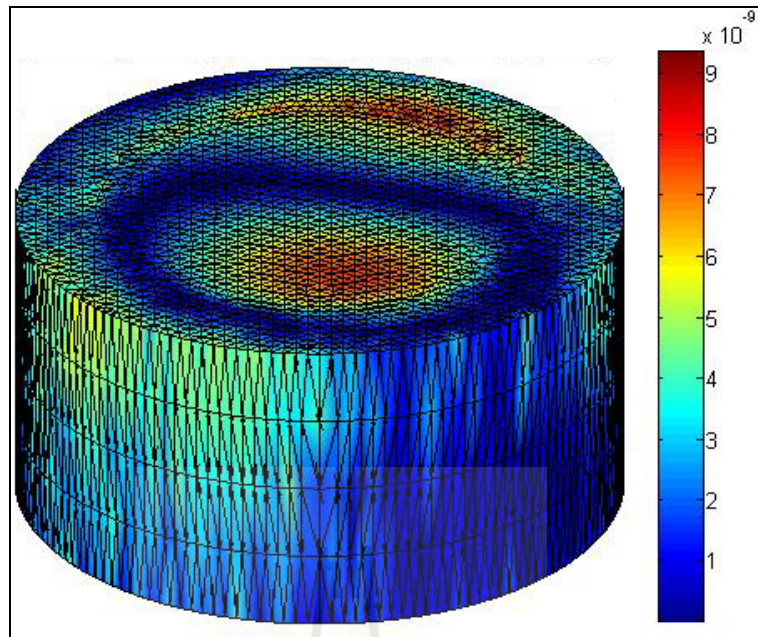
รูปที่ 6.169 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไพเอโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติที่ความถี่ 76 kHz



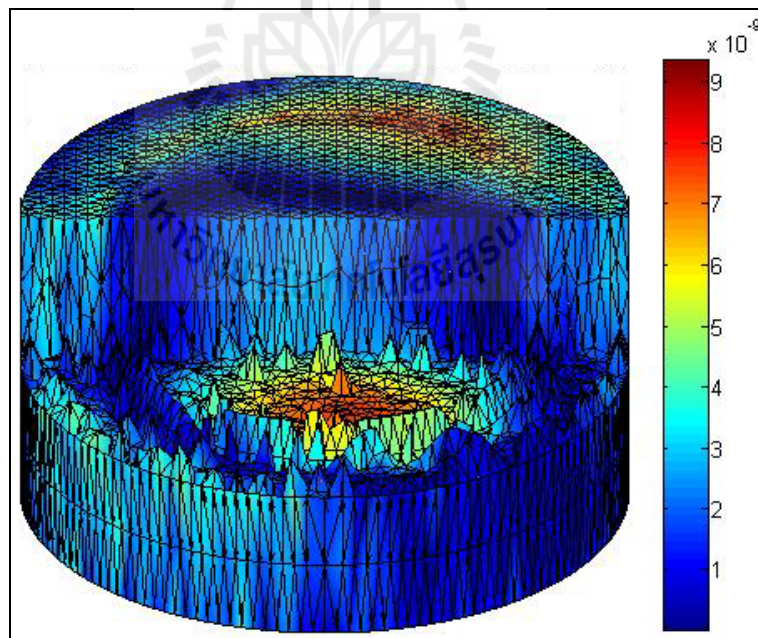
รูปที่ 6.170 ภาพตัดการกระจัดเชิงกล (m) ภายในหม้อแปลงไฟโอโซอิเล็กทรอนิกส์แบบ 3 มิติ
ที่ความถี่ 76 kHz



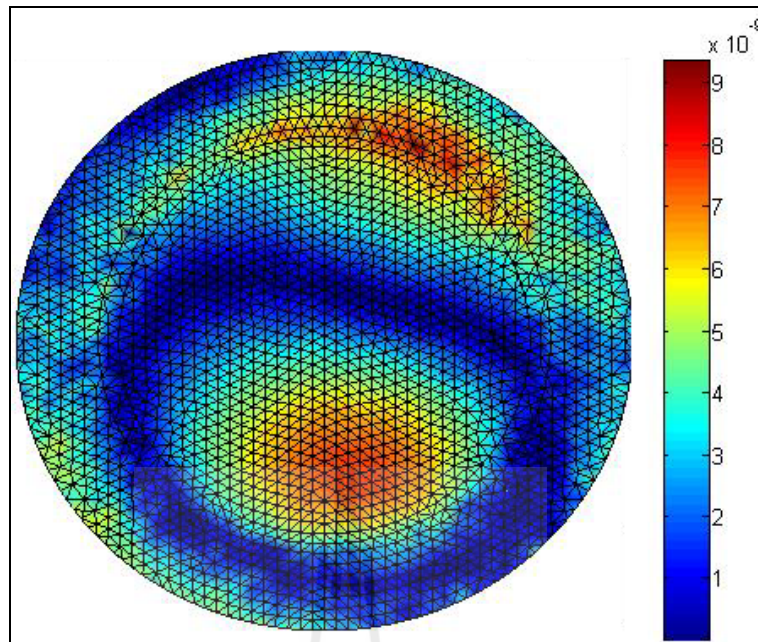
รูปที่ 6.171 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไฟโอโซอิเล็กทรอนิกส์บริเวณข้อต่อขาเข้าและ
ขาออกมิติที่ความถี่ 76 kHz



รูปที่ 6.172 การกระจัดเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติที่ความถี่ 78 kHz



รูปที่ 6.173 ภาพตัดการกระจัดเชิงกล (m) ภายในหม้อแปลงไพโซอิเล็กทริกแบบ 3 มิติที่ความถี่ 78 kHz



รูปที่ 6.174 การกระจายเชิงกล (m) ของหม้อแปลงไฟโอโซอิลิกทริกบริเวณขั้วอิลิกโทรดขาเข้าและขาออกมิติที่ความถี่ 78 kHz

จากรูปที่ 6.142 - 6.174 เป็นรูปที่แสดงผลการจำลองการกระจายการกระจายเชิงกลของหม้อแปลงไฟโอโซอิลิกทริกในช่วงความถี่ 30 - 40 kHz และ 70 - 78 kHz โดยหลังจากผ่านกระบวนการที่คำนวณด้วยวิธีไฟไนท์อีลิเมนต์แล้ว ได้แสดงผลการจำลองทั้งแบบ 3 มิติ แบบภาพตัดและแบบ 2 มิติ โดยในแบบ 2 มิตินั้นจะขยายไปในส่วนของบริเวณขั้วอิลิกโทรดขาเข้าและขั้วอิลิกโทรดขาออกของหม้อแปลงไฟโอโซอิลิกทริกเพื่อให้ผลการจำลองนั้นสอดคล้องกับผลการจำลองการกระจายของค่าศักย์ไฟฟ้า สำหรับผลการจำลองการกระจายตัวของการกระจายเชิงกลในช่วงความถี่ 30 - 40 kHz และ 70 - 78 kHz นั้นจะสังเกตเห็นว่ารูปร่างการกระจายของการกระจายเชิงกลที่เกิดขึ้นนั้นมีลักษณะของการกระจายที่ไม่ได้แตกต่างกันมากแต่สิ่งที่แตกต่างกันคือระยะของการกระจายเชิงกลที่เกิดขึ้น โดยที่ค่าระยะของการกระจายเชิงกลจะมีค่าเพิ่มสูงมากขึ้นเรื่อย ๆ ตั้งแต่ที่ค่าความถี่ 30 kHz และ 70 kHz แล้วเพิ่มขึ้นไปจนถึงที่ค่าความถี่ 32 kHz และ 74 kHz ซึ่งเป็นค่าความถี่ทำให้เกิดระยะการกระจายเชิงกลที่สูงที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 6.145 - 6.147 และ 6.166 - 6.168 ซึ่งจะพบว่าค่าระยะการกระจายเชิงกลที่เกิดขึ้นนั้นจะมีความสัมพันธ์กับผลการจำลองของค่าศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในช่วงความถี่ 30 - 32 kHz และ 70 - 74 kHz โดยที่ค่าศักย์ไฟฟ้าที่บริเวณขั้วอิลิกโทรดขาออกจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นมากเรื่อย ๆ และจะมีค่าศักย์ไฟฟ้าสูงที่สุดที่ความถี่ 32 kHz และ 74 kHz เช่นกัน เนื่องจากในช่วงความถี่ 30 - 32 kHz และ 70 - 74 kHz นั้นเป็น

ช่วงความถี่ธรรมชาติของหม้อแปลงไฟโอโซอิลิกทริกจึงมีผลทำให้ค่าศักย์ไฟฟ้าและระยะเวลาการกระตุ้นเพิ่มขึ้นแล้วหลังจากที่ค่าความถี่ 32 kHz และ 74 kHz นั้นจะพบว่าค่าศักย์ที่เกิดขึ้นบริเวณขั้วอิลิกโทรดขาออกนั้นจะลดลงเรื่อย ๆ ตามลำดับจนถึงที่ค่าความถี่ 40 kHz และ 78 kHz เพราะว่าเป็นค่าความถี่ที่ไม่ได้อยู่ในช่วงความถี่ธรรมชาติของหม้อแปลงไฟโอโซอิลิกทริกจึงมีผลทำให้รูปร่างการกระจายของการกระตุ้นยังมีลักษณะที่เหมือนเดิมแต่มีระยะเวลาของการกระตุ้นที่เกิดขึ้นนั้นมีค่าลดลงอีกเช่นกัน โดยจากผลการจำลองการกระจายของการกระตุ้นในช่วงความถี่ธรรมชาติทั้งหมดนี้จะสามารถสรุปได้ว่าระยะเวลาการกระตุ้นที่เกิดขึ้นในทุก ๆ ช่วงของความถี่จะมีการเปลี่ยนแปลงเหมือนกับค่าศักย์ไฟฟ้าที่เกิดขึ้น โดยจะเริ่มจากที่มีค่าระยะเวลาการกระตุ้นที่น้อยมาก ๆ แล้วจะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงที่ค่าความถี่ธรรมชาติของหม้อแปลงไฟโอโซอิลิกทริก ซึ่งที่ความถี่ธรรมชาติจะให้ค่าระยะเวลาการกระตุ้นที่สูงที่สุดแล้วหลังจากนั้นค่าระยะเวลาการกระตุ้นก็จะลดลงเรื่อย ๆ จนมีค่าน้อยมาก ๆ เหมือนกับตอนเริ่มต้นอีกครั้ง โดยในช่วงของความถี่เหล่านี้จะมีลักษณะการกระจายของการกระตุ้นที่เหมือนกันเพียงจะแตกต่างกันที่ระยะเวลาการกระตุ้นที่เกิดขึ้นเท่านั้น สำหรับการจำลองการกระจายของการกระตุ้นจะสังเกตเห็นได้อีกว่าในแต่ละโหมดความถี่ธรรมชาตินั้นจะให้ลักษณะการกระจายของการกระตุ้นหรือรูปร่างการสั่นสะเทือนที่ต่าง ๆ กันออกไปรวมไปถึงในแต่ละค่าความถี่ที่ไม่ใช่ความถี่ธรรมชาติก็จะให้รูปร่างการสั่นสะเทือนที่ต่างกันออกไปอีกเช่นกัน สำหรับการเกิดการกระจายของการกระตุ้นนี้จะพบว่ามีความเหมือนกับทฤษฎีเรื่องความถี่ธรรมชาติในเส้นเชือกที่ทุก ๆ ค่าความถี่ธรรมชาติก็จะเกิดคลื่นนิ่งในเส้นเชือกที่ต่างกันไปแล้วจะเกิดแอมพลิจูดสูงสุดด้วยเช่นกัน

สำหรับผลของการกระจายกำลังงานสูญเสียทางกลนั้นสามารถสรุปได้ว่าในทุก ๆ ค่าความถี่ผลของการกระจายกำลังงานสูญเสียทางกลนั้นจะสัมพันธ์กับการกระตุ้นโดยการกระตุ้นโดยสังเกตได้จากรูปร่างลักษณะการกระจายของกำลังงานสูญเสียทางกลและรูปร่างลักษณะการกระจายของการกระตุ้นเหมือนกัน สำหรับค่ากำลังงานสูญเสียทางกลที่เกิดขึ้นนั้นก็ขึ้นอยู่กับค่าระยะเวลาการกระตุ้นด้วยเช่นกัน โดยที่ถ้าค่าระยะเวลาการกระตุ้นเพิ่มมากขึ้นค่ากำลังงานสูญเสียทางกลก็จะเพิ่มมากขึ้นแล้วถ้าค่าระยะเวลาการกระตุ้นนั้นลดลงค่ากำลังงานสูญเสียทางกลก็จะลดลงด้วยจึงสามารถสรุปได้ว่ากำลังงานสูญเสียทางกลที่เกิดขึ้นนั้นจะแปรผันโดยตรงกับการกระตุ้น

6.7 สรุป

บทที่ 6 นี้ได้ศึกษาถึงความถี่ธรรมชาติที่มีผลต่อค่าศักย์ไฟฟ้าและระยะเวลาการกระจัดเชิงกลของหม้อแปลงไฟโอโซอิลีทริก รวมถึงการคำนวณหากำลังงานสูญเสียและคำนวณหาประสิทธิภาพของหม้อแปลงไฟโอโซอิลีทริกชนิดวงแหวนแบน สำหรับการจำลองผลด้วยคอมพิวเตอร์ได้ประยุกต์ใช้วิธีไฟไนท์อีลิเมนต์ที่พัฒนาขึ้นด้วยโปรแกรม MATLAB™ โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลองผลแสดงให้เห็นว่าในช่วงความถี่ธรรมชาติของหม้อแปลงไฟโอโซอิลีทริกนั้นจะส่งผลให้เกิดค่าศักย์ไฟฟ้าที่บริเวณขั้วเล็กโตรดขาออกและเกิดระยะเวลาการกระจัดเชิงกลรวมไปถึงเกิดกำลังงานสูญเสียทางกลของหม้อแปลงไฟโอโซอิลีทริกมีค่ามากที่สุด โดยจะเกิดอัตราการขยายศักย์ไฟฟ้าสูงสุดที่ความถี่ 84.13 kHz และจะเกิดประสิทธิภาพสูงถึง 94% เมื่อมีค่าโหลดเท่ากับ 5.8 k Ω

