



สถาบันวิจัยและพัฒนา  
รับที่ 1206  
วันที่ 29/12/59  
เวลา

## บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี โทร ๕๓๖๓

ที่ ศธ ๐๕๖๔.๐๘/ ๓๖๒๙

วันที่ ๒๘ ธันวาคม ๒๕๕๙

เรื่อง ขอรับค่าตอบแทนการจัดทำบทความทางวิชาการ

เรียน อธิการบดี (ผ่านผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา)

ข้าพเจ้า นายพีรวัจน์ มีสุข อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้จัดทำบทความทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่ เรื่อง Analysis of The Magnetic Vector Potential Distribution in Rotor and Stator of The Permanent Magnet Generator By Using Finite Element Method ซึ่งได้รับการเผยแพร่ใน รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ The 1<sup>st</sup> Technology Innovation Management and Engineering Science international conference (TIMES-iCON2016)

ในการนี้ ข้าพเจ้าขอรับค่าตอบแทนการจัดทำบทความทางวิชาการ ที่ได้รับการเผยแพร่ ดังกล่าว ตามประกาศคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เรื่อง “ค่าตอบแทนการจัดทำบทความทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่ พ.ศ. ๒๕๕๙” ประกาศ ณ วันที่ ๒๙ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๙ ข้อที่ ๕(๒) เป็นจำนวน ๒,๐๐๐ บาท ( สองพันบาทถ้วน ) ตามเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

☐ ทราบ

☐ เห็นชอบมอบ.....

☒ นำเข้าที่ประชุม กอศ. เพื่อพิจารณา

☒ สำเนาแจ้ง.....

(อาจารย์พีรวัจน์ มีสุข)

อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศศิธร สกฤตภูมิ)  
รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน  
คณบดี

(อาจารย์สุรพงษ์ ราษฎร์จิตต์)

ประธานสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ลินดา เกณฑ์มา)  
อธิการบดี



แบบขอรับค่าตอบแทนการจัดทำบทความทางวิชาการ  
ที่ได้รับการเผยแพร่

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

วันที่.....๒๘.....เดือน.....ธันวาคม.....พ.ศ....๒๕๕๙.....

เรื่อง ค่าตอบแทนการจัดทำบทความทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่

เรียน ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและพัฒนา

สิ่งที่ส่งมาด้วย สำเนาบทความทางวิชาการ เรื่อง Analysis of The Magnetic Vector Potential Distribution in Rotor and Stator of The Permanent Magnet Generator By Using Finite Element Method จำนวน ๕ ฉบับ

ข้าพเจ้า.....นายพีรวัจน์.....มีสุข.....ตำแหน่งทางวิชาการ.....อาจารย์.....  
สังกัดโปรแกรมวิชา/สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้าเครื่องกลการผลิต.....คณะ/หน่วยงาน.....วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.  
เบอร์โทรศัพท์.....๐๙๗-๒๕๐๐๔๔๘..... ID Line..... tum๒๕๑๑๓.....  
เบอร์โทรศัพท์ภายใน.....๕๓๖๓..... E-mail..... scpeerawat@bsru.ac.th .....  
ได้จัดทำบทความทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่ เรื่อง..... Analysis of The Magnetic Vector Potential Distribution in Rotor and Stator of The Permanent Magnet Generator By Using Finite Element Method .....

ซึ่งได้รับการเผยแพร่ทางสื่อ ต่อไปนี้

- ☐ ๑. บทความฉบับสมบูรณ์ที่ได้รับการตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ  
ชื่อการประชุมวิชาการระดับชาติ.....  
.....สถานที่.....  
ฉบับที่.....ปีที่.....วันที่.....
- ☒ ๒. บทความฉบับสมบูรณ์ที่ได้รับการตีพิมพ์ในรายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ  
หรือในวารสารที่มีชื่ออยู่ใน TCI กลุ่ม ๒ (พร้อมเอกสารหลักฐานที่แสดงการปรากฏของชื่อแหล่งตีพิมพ์ใน  
ฐานข้อมูลดังกล่าว) หรือวารสารทางวิชาการที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูลหรือมีผลงานที่ได้รับการจดอนุสิทธิบัตร  
ชื่อการประชุมวิชาการระดับนานาชาติ The 1st Technology Innovation Management and  
Engineering Science international conference (TIMES-iCON2016).....  
สถานที่.....โรงแรม Grand Mercure Bangkok Fortune กรุงเทพมหานคร.....  
ชื่อวารสาร.....  
.....  
ฉบับพิเศษที่.....ปีที่.....วันที่.....

- ☐ ๓. บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารระดับชาติตามประกาศ ก.พ.อ. เฉพาะวารสารที่มีชื่ออยู่ใน TCI กลุ่ม ๑ (พร้อมเอกสารหลักฐานที่แสดงการปรากฏของชื่อแหล่งตีพิมพ์ในฐานข้อมูลดังกล่าว)

ชื่อวารสาร.....

ฉบับที่.....ปีที่.....วันที่.....

- ☐ ๔. บทความที่ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติตามประกาศ ก.พ.อ. หรือระเบียบคณะกรรมการอุดมศึกษาว่าด้วยหลักเกณฑ์การพิจารณาวารสารทางวิชาการสำหรับการเผยแพร่ผลงานทางวิชาการ (พร้อมเอกสารหลักฐานที่แสดงการปรากฏของชื่อแหล่งตีพิมพ์ในฐานข้อมูลดังกล่าว)

ชื่อวารสาร.....

ฉบับที่.....ปีที่.....วันที่.....

ข้าพเจ้าขอรับค่าตอบแทนการจัดทำบทความวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่ตามประกาศ มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา เรื่อง “ค่าตอบแทนการจัดทำบทความทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่ พ.ศ. ๒๕๕๙” ประกาศ ณ วันที่ ๒๙ สิงหาคม พ.ศ. ๒๕๕๙ ข้อที่.....๕(๒).....จำนวน....๒,๐๐๐....บาท (.....สองพันบาทถ้วน.....) โดยบทความทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่งดังกล่าวได้รับการตีพิมพ์ภายในระยะเวลาประกันคุณภาพของช่วงเวลาที่ยอมรับค่าตอบแทนการจัดทำบทความทางวิชาการที่ได้รับการเผยแพร่

ทั้งนี้ ข้าพเจ้าขอรับรองว่า ข้าพเจ้าเป็นผู้มีสิทธิขอรับค่าตอบแทนการจัดทำบทความทางวิชาการฯ ตามประกาศดังกล่าวทุกประการดังหลักฐานที่แนบมาด้วยพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติ

ลงชื่อ..........ผู้ขออนุมัติ

(.....อาจารย์พีรวัฒน์ มีสุข.....)





**Mahidol University**  
IT Management, Faculty of Engineering  
*Wisdom of the Land*



# **TIMES-iCON**

The Technology Innovation Management and  
Engineering Science International Conference

**Innovation and Technology Management  
for Societal Digital Economy**

**November 28-30, 2016  
Bangkok Thailand**

## **Proceedings**

**Sotarath Thammaboosadee**





BM-049: Factors Affecting Cost in Construction Project: Pre-Construction and Construction Phase	52-57
<i>Supparoeek Poojantr, Thanwadee Chinda</i>	
BM-069: Increasing the Brand Equity of the Private Label Brands: Consideration from the Egyptian Market	58-66
<i>Tamer Awad, Sahar Mohsen</i>	

## Track-ES Engineering Science

ES-015: Analysis of The Magnetic Vector Potential Distribution in Rotor and Stator of The Permanent Magnet Generator By Using Finite Element Method	67-70
<i>Peerawat Meesuk</i>	
ES-021: Factors Affecting Health Problems Among Construction Workers Due To Whole Body Vibration(WBV): Literature review	71-78
<i>Vitharanage Hashini Paramitha, Thanwadee Chinda</i>	
ES-022: Performance Indicators for Construction Companies: Using Frequency Analysis	79-84
<i>Eiei Soewin, Thanwadee Chinda</i>	
ES-025: Study about the Influence of the Geometrical Parameters on the Force Variation, the Thickness Reduction and the Springback of Single Point Incremental Forming Process	85-90
<i>Oleksik Valentin, Adrian Pascu, Ioan Bondrea, Mihaela Oleksik, Liviu Rosca</i>	
ES-031: Heat pipes and Effective parameters: a Review	91-100
<i>Alireza Kakoei, Saeid Niazi, Younes Bakhshan</i>	
ES-033: Sealing Materials with using the Environmentally Friendly Red Clay	101-103
<i>Sung Jun Park, Hyun Kyoung Yang</i>	
ES-035: Content Search Based Quaternary Memory Cell	104-107
<i>Deepti Borkute, Dr.P.K.Dakhole</i>	
ES-045: Dip-Spin Coating Equipment Of FEP Dispersion Coating: Processing and Properties	108-111
<i>Sorasutee Buapool, Nandh Thavarungkul, Nakorn Srisukhumbowornchai, Preecha Termsuksawad,</i>	
ES-046: The Performance Measurement Systems for Human Resources Management by Integration for Thailand Logistics Company	112-116
<i>Nutchapongpol Kongchasing</i>	
ES-047: An Innovative Integrated Pole	117-122
<i>Taejun Cho</i>	
ES-055: The Application of Optical Coherence Tomography for the Diagnosis of Physiological Disorders of Persimmon	123-126
<i>Ruchire Eranga Wijesinghe, Mansik Jeon, Sungjin Lim, Jeehyun Kim</i>	
ES-056: Wide Area Scanning using Wavelength Swept Laser for Industrial Inspection of Samples	127-130
<i>Muhammad Faizan Shirazi, Mansik Jeon, Chang-Seok Kim, Jeehyun Kim,</i>	



## Committees

### Honorary Chair

- Supaporn Kiattisin, MU
- Banpot Wirunrat, BUU
- Manoo Ordeedolchest, C&C

### General Chair

- Supaporn Kiattisin, MU

### General co-Chair

- Banpot Wirunrat, BUU

### International Committee

- B. K. Pal, NITRKL, IN
- Faizal Arya Samman, UNHAS, ID
- Hanmin Jung, KISTI, KR
- Jean Paolo G. Lacap, AUF, PH
- Manfred Glesner, TUD, DE
- Lance C.C. Fung, Murdoch, AU
- Ramkumar Ganesan, TUD, DE
- Roland Petrasch, TU, Th
- Soochan Kim, Hankyong Kr

### Technical Program Chair

- Adisorn Leelasantitham, MU

### Publicity Chair

- Prush Sa-nga-ngam, MU

### Publication Chair

- Yutthapong Aunhataweesup, MU
- Jarurote Tippayachai, MU

### Local Arrangement Chair.

- Taweesak Samanchuen, MU

### Special Session Chair

- Sotarath Thammaboosadee, MU

### Financial Chair

- Luksamee Chujai, MU

### Sponsor Chair

- Suchanya Ratsadonniyom, MU

### Steering Committee

- Adisorn Leelasantitham, MU
  - Apinan Aurasopon, MSU
  - Kairoek Choeychuen, RMUTR
  - Laor Boongasame, BU
  - Nanti Suthikarnnarunai, UTCC
  - Nattasit Gerd Sri, MU
  - Prasong Praneetpolgrang, SPU
  - Punnarumol Temdee, MFU
  - Ratchada Kongkajan, TU
  - Sarunya Lertputtarak, BUU
  - Sotarath Thammaboosadee, MU
  - Supasit Lertbuasin, BUU
  - Suphakant Phimoltaree, CU
  - Taweesak Samanchuen, MU
  - Waranyu Wongseeree, KMUTNB
  - Werapon Chirachalit, KMUTT
  - Wimol San-umm TNI
  - Yodying Thanatawee, BUU
- ### Conference Secretary
- Sotarath Thammaboosadee, MU
- ### Web Developer
- Nuttakorn Penchotiros



# Analysis of the Magnetic Vector Potential Distribution in Rotor and Stator of the Permanent Magnet Generator by using Finite Element Method

Peerawat Meesuk

Electromechanic Manufacturing Engineering Program  
Bansomdejchaopraya Rajabhat University  
Bangkok, Thailand  
E-mail : scpeerawat@bsru.ac.th

**Abstract**—This paper presents the analysis of magnetic vector potential distribution in rotor and stator of permanent magnet generator. The model of magnetic vector potential using a set of second-order partial differential equations. Take the current density form load test with 300 watt for wye connecting and delta connecting to used simulation. The grounding of the generator frame has the magnetic vector potential has zero value used to determine the boundary conditions. Computer-based simulation utilizing finite element method in the time harmonic mode, instructed in computer programming environment with graphical representation for magnetic field strength has been evaluated. The simulation results show the magnetic vector potential. That to be used in designing the generator to a higher efficiency.

**Keywords**—Magnetic Vector Potential ; Permanent Magnet Generator ; Finite Element Method;

## I. INTRODUCTION

Generator is a device that can convert mechanical power to electrical power. This permanent magnet generator is an easy device to generate electric power, it is renewable energy to used in the small system. The permanent magnet generator to used for wind power.

Finite Element Method (FEM) is one of the most popular numerical methods used for computer simulation. The key advantage of the FEM over other numerical methods in engineering applications is the ability to handle nonlinear, time-dependent and complex geometry problems. Therefore, this method is suitable for solving the problem of magnetic field distribution, the FEM is able to estimate solutions of Maxwell's equations governing the power transmission systems. Although the conventional methods are simpler than the use of the FEM, they are limited for the system of simple geometry. In practice, several material structures can be found within the permanent magnet generator. Employing the FEM can includes these effects by choosing material magnetic permeability for each additional structure domain.[1],[2] With this feature, the FEM is one of potential numerical simulation tools for analyzing magnetic vector potential distribution problems of combined material regions. To

utilize the advantages of the Finite Element Method (FEM) for handling the magnetic vector distribution problems, FEM model development and problem formulation need to be defined in magnetic vector potential problems of permanent magnet generator.

In this paper, magnetic vector potential modeling of permanent magnet generator is briefed in Section II. Section III is to illustrate the utilization of the FEM by using Galerkin approach for the magnetic field modeling described in Section II. The domain of study with the FEM can be discretized by using linear tetrahedron elements. Section IV The result of permanent magnet generator test. Section V. gives simulation results of magnetic vector potential distribution of permanent magnet generator in both wye connecting and delta connecting. This section also gives some discussion. The simulation conducted herein is based on the FEM method given in Section III. All the programming instructions are PDE Toolbox in MATLAB environment. The last section gives conclusion.

## II. MAGNETIC FIELD MODELING FOR THE PERMANENT MAGNET GENERATOR

In magnetic field calculations, the magnetic vector potential  $A$  carries a bundle of information consisting of field intensity  $H$ , flux density  $B$ , and induced magnetic forces  $F$  [3]. For convenience, some assumptions are made as follows: the magnetic field presents in the cross-sectional ( $x,y$ ) plane, the induced current appears as  $z$ -component, the magnetic materials of the cores are linearly isotropic, and the displacement currents are negligible due to low supply frequency (50 Hz) [4]. Hence, (1) describes the temporal and spatial variations of  $A$  [5], [6]

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{1}{\mu} \frac{\partial A}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{1}{\mu} \frac{\partial A}{\partial y} \right) - \sigma \frac{\partial A}{\partial t} + J_0 = 0 \quad (1)$$



where  $\mu$  is the magnetic permeability,  $\sigma$  is the electrical conductivity, and  $J_0$  is the applied current density.

$A = Ae^{j\omega t}$  This paper has considered the system governing by using the time-harmonic mode and representing the magnetic vector potential in complex form, therefore,

$$\frac{\partial A}{\partial t} = -j\omega A \quad (2)$$

where  $\omega$  the angular frequency. Refer to (1), by employing the complex form of the magnetic field and when considering the problem of three dimensions in cartesian coordinate (x,y), hence

$$\frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{1}{\mu} \frac{\partial A}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{1}{\mu} \frac{\partial A}{\partial y} \right) - j\omega \sigma A + J_0 = 0 \quad (3)$$

### III. FEM FOR PERMANENT MAGNET GENERATOR

#### A. Discretization

This paper determines the permanent magnet generator. Fig. 1 depicts the detail of the permanent magnet generator. The domain of study with the FEM can be discretized by using linear triangle elements. This can be accomplished by using PDE Toolbox in Matlab programming for 2-D grid generation. Fig. 2 displays grid representation of the test system. The region domain consists of 2,421 nodes and 4,777 elements.

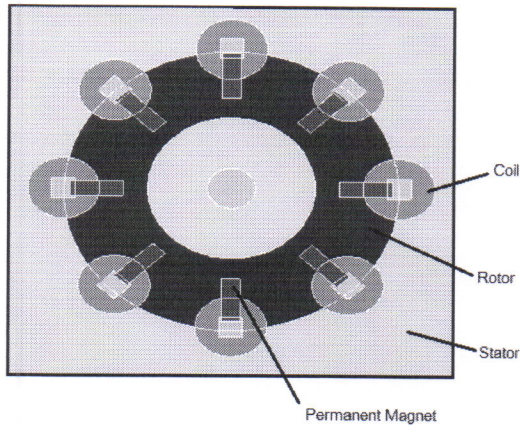


Fig. 1. Detail of the permanent magnet generator

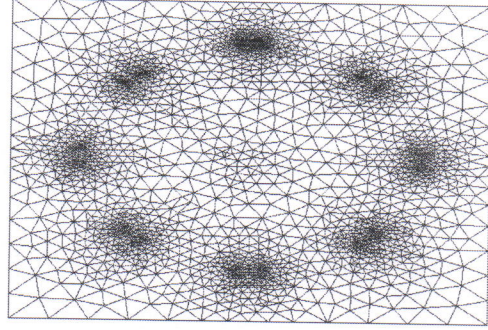


Fig. 2. Discretization of the system given in Fig. 1.

#### B. FEM Formulation.

An equation governing each element is derived from the Maxwell's equations directly by using Galerkin approach, which is the particular weighted residual method for which the weighting functions are the same as the shape functions [7-8]. According to the method, the magnetic vector potential is expressed as follows.

$$A(x, y) = A_i N_i + A_j N_j + A_k N_k \quad (4)$$

where  $N_n$ ,  $n = i, j, k$  is the element shape function and the  $A_n$ ,  $n = i, j, k$  is the approximation of the electric field at each node (i, j, k) of the elements, which is

$$N_n = \frac{a_n + b_n x + c_n y}{2\Delta_e} \quad (5)$$

where  $\Delta_e$  is the area of the triangular element and,

$$\begin{aligned} a_i &= x_j y_k - x_k y_j & b_i &= y_j - y_k & c_i &= x_k - x_j \\ a_j &= x_k y_i - x_i y_k & b_j &= y_k - y_i & c_j &= x_i - x_k \\ a_k &= x_i y_j - x_j y_i & b_k &= y_i - y_j & c_k &= x_j - x_i \end{aligned}$$

The method of the weighted residue with Galerkin approach is then applied to the differential equation, where the integrations are performed over the element domain  $\Omega$ .

$$\int_{\Omega} N_n \left( \frac{\partial}{\partial x} \left( \frac{1}{\mu} \frac{\partial A}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( \frac{1}{\mu} \frac{\partial A}{\partial y} \right) \right) d\Omega - \int_{\Omega} N_n (j\omega \sigma A) d\Omega + \int_{\Omega} (N_n J_0) d\Omega = 0 \quad (6)$$

, or in the compact matrix form

$$[M + K]\{A\} = \{F\} \quad (7)$$



When

$$M = j\omega\sigma \int N_i N_j dx dy$$

$$= \frac{j\omega\sigma\Delta_e}{12} \begin{bmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{bmatrix}$$

$$K = \frac{1}{\mu} \int \left( \frac{b_n}{2\Delta_e} \frac{b_m}{2\Delta_e} + \frac{c_n}{2\Delta_e} \frac{c_m}{2\Delta_e} \right) dx dy$$

$$= \frac{1}{4\mu\Delta_e} (b_n b_m + c_n c_m)$$

$$= \frac{1}{4\mu\Delta_e} \begin{bmatrix} b_i b_i + c_i c_i & b_i b_j + c_i c_j & b_i b_k + c_i c_k \\ b_j b_i + c_j c_i & b_j b_j + c_j c_j & b_j b_k + c_j c_k \\ b_k b_i + c_k c_i & b_k b_j + c_k c_j & b_k b_k + c_k c_k \end{bmatrix}$$

$$F = J_0 \int N_n dx dy$$

$$= \frac{J_0 \Delta_e}{3} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

For one element containing 3 nodes, the expression of the FEM approximation is a  $3 \times 3$  matrix. With the account of all elements in the system of  $n$  nodes, the system equation is sizable as the  $n \times n$  matrix.

#### C. Boundary Conditions and Simulation

The boundary conditions applied here is zero magnetic vector potential at grounding of the generator frame [9-10]. This simulation uses the system frequency of 50 Hz. The coils material having the relative permeability ( $\mu_r$ ) = 1. It notes that the free space permeability ( $\mu_0$ ) is  $4\pi \times 10^{-7}$  H/m.

#### IV. PERMANENT MAGNET GENERATOR TEST RESULT

The results of permanent magnet generator ,for wye connecting case show in TABLE I. and delta connecting case show in TABLE II.[11]

TABLE I. THE RESULTS OF WYE CONNECTING CASE.

Speed (W)	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)
200	65	0.67	43.55
300	103	0.84	86.52
400	141	1.02	143.82
500	181	1.15	208.15
600	218	1.27	276.86
700	256	1.51	386.56
800	294	1.63	479.22

TABLE II. THE RESULTS OF DELTA CONNECTING CASE.

Speed (W)	Voltage (V)	Current (A)	Power (W)
200	52	0.68	35.36
300	80	0.81	64.8
400	107	0.96	102.72
500	135	1.07	144.45
600	163	1.16	189.08
700	189	1.26	238.14
800	217	1.35	292.95

#### V. FEM SIMULATION RESULT

This paper employs MATLAB programming to simulate magnetic vector potential distribution for wye connecting and delta connecting. Magnetic vector potential simulated for each type can be depicted in Fig. 3 – 4, respectively.

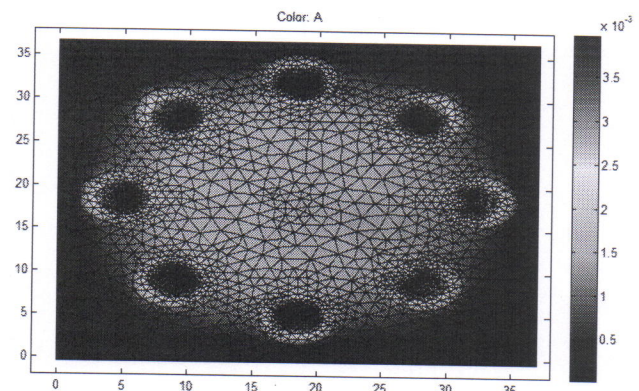


Fig. 3. Vector potential distribution for wye connecting.

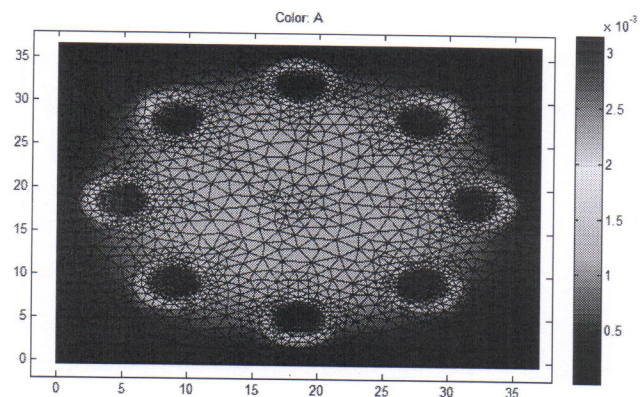


Fig. 4. Vector potential distribution for delta connecting.

From which the results of magnetic vector potential that distribute throughout the permanent magnet generator for wye connecting case and delta connecting case as shown in Fig. 3-4. As can be seen, in all cases the magnetic vector potential has the



maximum value at the coils of stator. This is because the coils are energized by the permanent magnet. The maximum magnetic vector potential at the coil from wye connecting case is higher than delta connecting case.

## VI. CONCLUSION

This paper has studied magnetic vector potential distribution throughout the area cross section of permanent magnet generator resulting from load current generation of wye connecting and delta connecting. The computer simulation is performed by using 2-D Finite Element Method (2-D FEM) instructed in MATLAB programming codes. As a result, distribution of the magnetic vector potential throughout the area cross-section of the permanent magnet generator.

## Acknowledgment

The research support from Bansomdejchaopraya Rajabhat University is greatly acknowledged.

## References

- [1] Meesuk, P., Kulworawanichpong, T., and Pao-la-or, P. (2011). Magnetic Field Analysis for a Distribution Transformer with Unbalanced Load Conditions by Using 3-D Finite Element Method. World Academy of Science Engineering and Technology, issue 60, December 2011. pp. 339-344
- [2] Dechaumphai, P. (2004). Finite element method in engineering. Bangkok: Chulalongkorn University.
- [3] W.H. Hayt, Engineering Electromagnetic, 5th ed., McGraw-Hill, Singapore, 1989.
- [4] W.N. Fu, Electromagnetic field analysis of induction motors by finite element method and its application to phantom loading, Ph.D. Thesis, Hong Kong Polytechnic University, China, 1999.
- [5] E. Vassent, G. Meunier, and A. Foggia, Simulation of induction machines using complex magnetodynamic finite element method coupled with the circuit equations, IEEE Transactions on Magnetics, Vol. 27, No. 5, 1991, pp. 4246-4249.
- [6] M.E. Nagwa, R.E. Anthony, and E.D. Graham, Detection of broken bars in the cage rotor on an induction machine, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 28, No. 1, 1992, pp. 165-171.
- [7] R.W. Lewis, P. Nithiarasu and K.N. Seetharamu, Fundamentals of the Finite Element Method for Heat and Fluid Flow, John Wiley & Sons, USA, 2004.
- [8] M.A. Bhatti, Advanced Topics in Finite Element Analysis of Structures, John Wiley & Sons, USA, 2006.
- [9] Pasusarittakorn, A., Chaitep, A. and Chaochana, T. (2008), Effect of Enhance Magnet Force Plate to Electric Power Generated by Permanent Magnetic Generator. In proceeding of The 22nd Conference on Mechanical Engineering Network of Thailand (ME-NE TT22). pp. 99-103
- [10] Preston, T. W., Reece, A. B. J., & Sangha, P. S. (1988). Induction motor analysis by time stepping techniques. IEEE Transactions on Magnetics, 24(1), pp. 471-474.
- [11] Ruksakulwittaya, J., Chiangjukong, T., Khoomsiriwong, W., Eakburanawat, J., and Meesuk, P. (2014). Analysis of Efficiency of Permanent Magnet Generator Effect from an Air-Gap. In Proceedings of The 7th Thailand Renewable Energy for Community Conference (TREC-7)