เอกสารอ้างอิง

1. ปิยะรัตน์ พราหมณี, 2545, **ไฟฟ้า-แม่เหล็ก**, โรงพิมพ์ไทยเส็ง, กรุงเทพฯ, หน้า 131-175.

2. Gussow, W., 2007, **Schaum's outline of basic electricity**, 2nd ed.,The McGraw-Hill companies, U.S.A., pp. 205-210.

3. พืชมงคล นามบุตร, 2548, **การสร้างเครื่องวัดความเข้มสนามแม่เหล็กชนิดฮอลล์**, โครงงานปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

4. สมพงษ์ ใจดี, 2550, **ฟิสิกส์เชิงวิเคราะห์ 2 ไฟฟ้าและแม่เหล็ก**, บริษัทแอคทีฟพริ้นท์ จำกัด, กรุงเทพฯ, หน้า 161-176.

5. Richard, W., 2007, **Essential University Physics**, Pearson Education, U.S.A., pp. 453-457.

6. มนตรี พิรุณเกษตร, 2540, **ฟิสิกส์ 2 ระดับมหาวิทยาลัย**, บริษัท เอช. เอ็น.กรุ๊ป จำกัด, กรุงเทพฯ, หน้า 176-212.

7. พงษ์ศักดิ์ ชินนาบุญ, 2552, **ฟิสิกส์มหาวิทยาลัย 2 เล่ม 1**, บริษัทวิทยพัฒน์ จำกัด, กรุงเทพฯ, หน้า 375-399.

8. Allegro, **IC UGN3503U** [Online], Available : http://www.allegromicro.com [2010, July 5].

9. รังสรรค์ แสงสุข, 2009, **Hall sensor** [Online], Available : http://www.allegromicro.com [2010, June 15].

10. Nguyen Van Dau, F., Schuhl, A., Childress, J.R. and Sussiau, M., 1996, "For nanotesla detection using planar Hall effect", **Sensors and Actuators**, pp. 256-260.

11. ประพันธ์ พิพัฒนสุข, ชาญชัย แสนจันทร์, ธีระพันธ์ พิพัฒนสุข และสุพันธ์ พิพัฒนสุข, 2545, **ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น**, เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์, นนทบุรี, หน้า 140-152.

12. สรีลักษณ์ ผลวัฒนะ, 2548, **ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น**, สำนักพิมพ์นิยมวิทยา, กรุงเทพฯ, หน้า 46-49.

13. ประมวล ศิริผันแก้ว, 2544, **ฟิสิกส์**, พิมพ์ครั้งที่ 2, พิมพ์ดี, กรุงเทพฯ, หน้า 314-316.

14. Walker, J., 2010, **Physics**, Addison-Wesley, U.S.A., pp. 779-781.

15. พิเชษฐ ลิ้มสุวรรณ และสุปาณี ลิ้มสุวรรณ, 2543, **ไฟฟ้าและแม่เหล็ก**, โรงพิมพ์เลี่ยงเซียง, กรุงเทพฯ, หน้า 291-313.

16. Webhost, 2003, **Ampere's Law** [Online], Available : http://www.webhost.wu.ac.th/magnetism/Ampere's Law [2010, June 20].

17. อนันตสิน เตชะกำพุช และพิศิษฐ์ รัตนวรารักษ์, 2549, **ฟิสิกส์ 2**, พิมพ์ครั้งที่ 10, โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, หน้า 107-114.

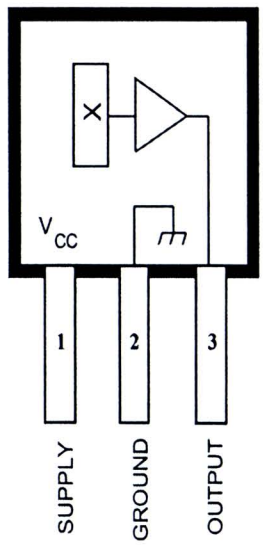
ภาคผนวก

ข้อมูลของ IC UGN3503U

3503

Data Sheet 27501B†

RATIOMETRIC, LINEAR HALL-EFFECT SENSORS



Dwg. PH-006

Pinning is shown viewed from branded side.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage, V_{CC} ..... **8 V**
Magnetic Flux Density, B ..... **Unlimited**
Operating Temperature Range,
T_A ..... **-20°C to +85°C**
Storage Temperature Range,
T_S ..... **-65°C to +150°C**

The UGN3503LT, UGN3503U, and UGN3503UA Hall-effect sensors accurately track extremely small changes in magnetic flux density—changes generally too small to operate Hall-effect switches.

As motion detectors, gear tooth sensors, and proximity detectors, they are magnetically driven mirrors of mechanical events. As sensitive monitors of electromagnets, they can effectively measure a system's performance with negligible system loading while providing isolation from contaminated and electrically noisy environments.

Each Hall-effect integrated circuit includes a Hall sensing element, linear amplifier, and emitter-follower output stage. Problems associated with handling tiny analog signals are minimized by having the Hall cell and amplifier on a single chip.

Three package styles provide a magnetically optimized package for most applications. Package suffix 'LT' is a miniature SOT-89/TO-243AA transistor package for surface-mount applications; suffix 'U' is a miniature three-lead plastic SIP, while 'UA' is a three-lead ultra-mini-SIP. All devices are rated for continuous operation over the temperature range of -20°C to +85°C.

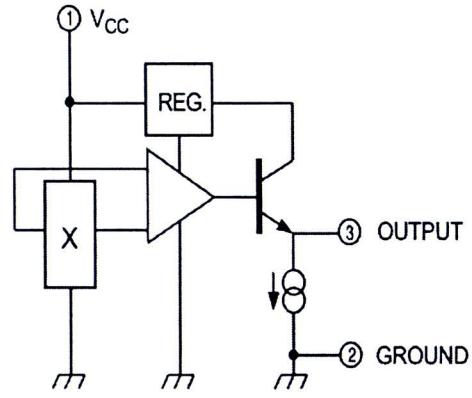
FEATURES

- Extremely Sensitive
- Flat Response to 23 kHz
- Low-Noise Output
- 4.5 V to 6 V Operation
- Magnetically Optimized Package

Always order by complete part number, e.g., **UGN3503UA**.

3503
RATIOMETRIC, LINEAR HALL-EFFECT SENSORS

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



Dwg. FH-007

ELECTRICAL CHARACTERISTICS at T_A = +25°C, V_{CC} = 5 V

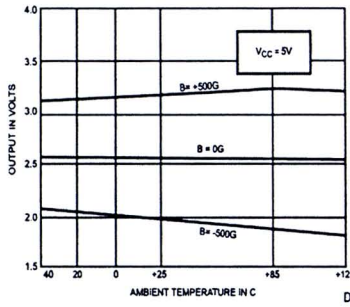
Characteristic	Symbol	Test Conditions	Limits			
			Min.	Typ.	Max.	Units
Operating Voltage	V_{CC}		4.5	—	6.0	V
Supply Current	I_{CC}		—	9.0	13	mA
Quiescent Output Voltage	V_{OUT}	B = 0 G	2.25	2.50	2.75	V
Sensitivity	ΔV_{OUT}	B = 0 G to ±900 G	0.75	1.30	1.75	mV/G
Bandwidth (-3 dB)	BW		—	23	—	kHz
Broadband Output Noise	V_{out}	BW = 10 Hz to 10 kHz	—	90	—	µV
Output Resistance	R_{OUT}		—	50	220	Ω

All output-voltage measurements are made with a voltmeter having an input impedance of at least 10 kΩ.

Magnetic flux density is measured at most sensitive area of device located 0.0165" (0.42 mm) below the branded face of the 'U' package; 0.0195" (0.50 mm) below the branded face of the 'UA' package; and 0.0305" (0.775 mm) below the branded face of the 'LT' package.

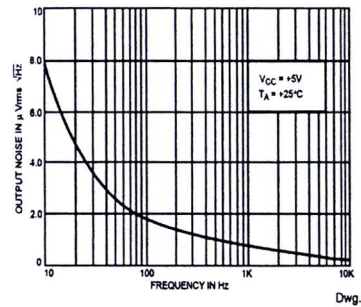
Allegro MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000
Copyright © 1985, 2002 Allegro MicroSystems, Inc.

OUTPUT VOLTAGE AS A FUNCTION OF TEMPERATURE



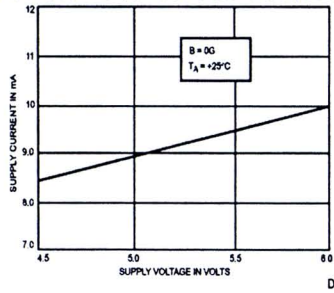
Dwg. A-12,573

OUTPUT NOISE AS A FUNCTION OF FREQUENCY



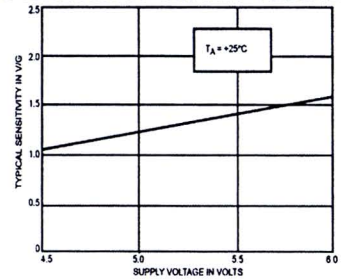
Dwg. A-12,505

SUPPLY CURRENT AS A FUNCTION OF SUPPLY VOLTAGE



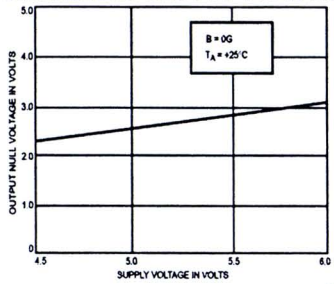
Dwg. A-12,506

DEVICE SENSITIVITY AS A FUNCTION OF SUPPLY VOLTAGE



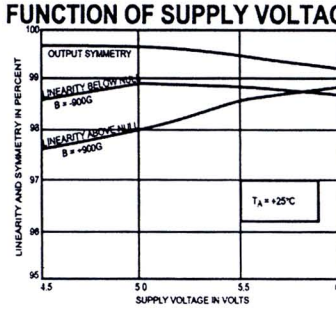
Dwg. A-12,507

OUTPUT NULL VOLTAGE AS A FUNCTION OF SUPPLY VOLTAGE



Dwg. A-12,508

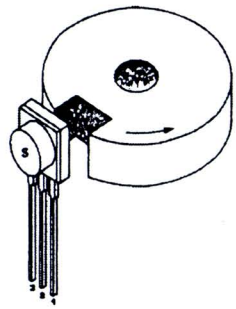
LINEARITY AND SYMMETRY AS A FUNCTION OF SUPPLY VOLTAGE



Dwg.A-12,509

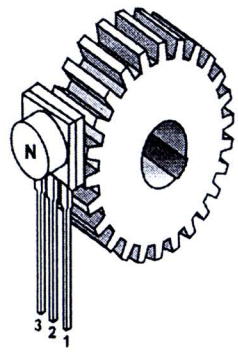
3503
RATIOMETRIC, LINEAR HALL-EFFECT SENSORS

NOTCH SENSOR



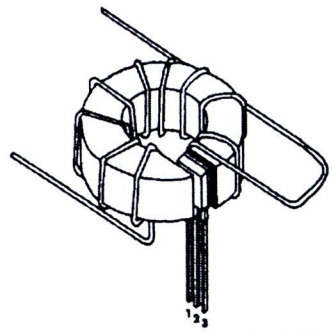
Dwg. A-12,574

GEAR TOOTH SENSOR



Dwg. A-12,512

CURRENT MONITOR



Dwg. A-12,513

OPERATION

The output null voltage (B = 0 G) is nominally one-half the supply voltage. A south magnetic pole, presented to the branded face of the Hall-effect sensor will drive the output higher than the null voltage level. A north magnetic pole will drive the output below the null level.

In operation, instantaneous and proportional output-voltage levels are dependent on magnetic flux density at the most sensitive area of the device. Greatest sensitivity is obtained with a supply voltage of 6 V, but at the cost of increased supply current and a slight loss of output symmetry. The sensor's output is usually capacitively coupled to an amplifier that boosts the output above the millivolt level.

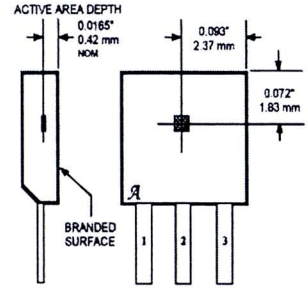
In two applications shown, a permanent bias magnet is attached with epoxy glue to the back of the epoxy package. The presence of ferrous material at the face of the package acts as a flux concentrator.

The south pole of a magnet is attached to the back of the package if the Hall-effect IC is to sense the presence of ferrous material. The north pole of a magnet is attached to the back surface if the integrated circuit is to sense the absence of ferrous matrial.

Calibrated linear Hall devices, which can be used to determine the actual flux density presented to the sensor in a particular application, are available.

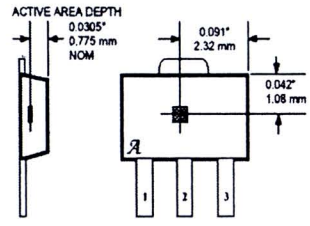
SENSOR LOCATIONS

SUFFIX "U"



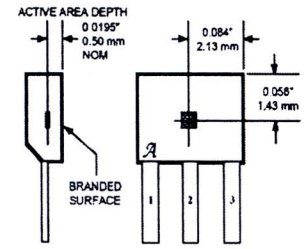
Dwg MH-002-5D

SUFFIX "LT"



Dwg MH-008-8A

SUFFIX "UA"



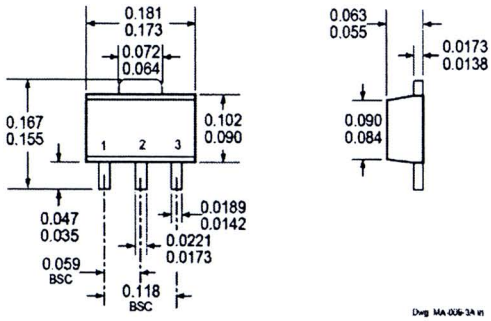
Dwg MH-011-3D

Allegro MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

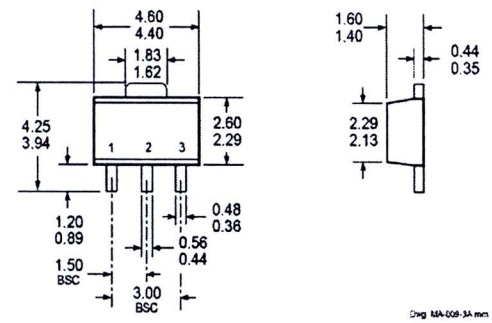
3503
RATIOMETRIC, LINEAR HALL-EFFECT SENSORS

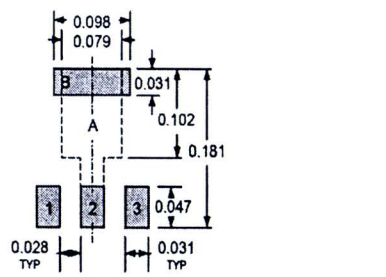
UGN3503LT
(SOT89/TO-243AA)

Dimensions in Inches
(for reference only)



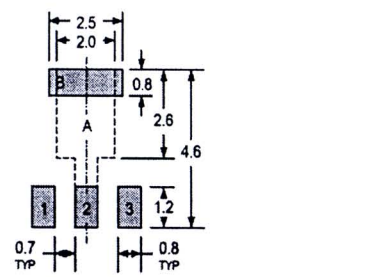
Dimensions in Millimeters
(controlling dimensions)





Pads 1, 2, 3, and A — Standard SOT89 Layout
Pads 1, 2, 3, and B — Low-Stress Version
Pads 1, 2, and 3 only — Lowest Stress, But Not Self Aligning

Dwg. MA-012-3 in



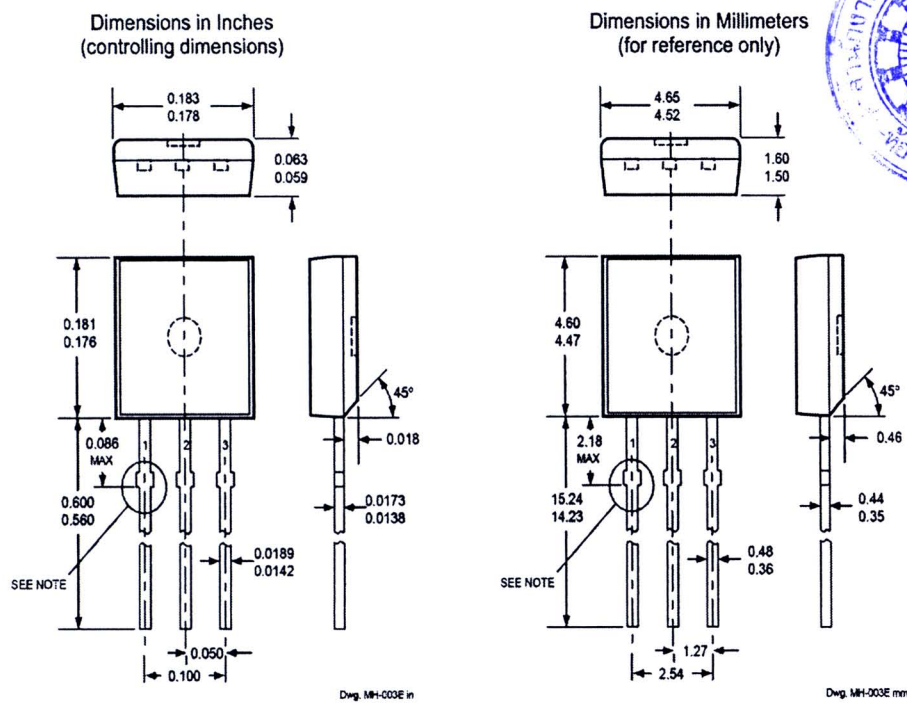
Pads 1, 2, 3, and A — Standard SOT89 Layout
Pads 1, 2, 3, and B — Low-Stress Version
Pads 1, 2, and 3 only — Lowest Stress, But Not Self Aligning

Dwg. MA-012-3 mm

NOTES: 1. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.
2. Supplied in bulk pack (500 pieces per bag) or add "TR" to part number for tape and reel.
3. Only low-temperature (≤240°C) reflow-soldering techniques are recommended for SOT89 devices.

3503
RATIOMETRIC, LINEAR HALL-EFFECT SENSORS

UGN3503U



Devices in the 'U' package are
NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGN

NOTES: 1. Tolerances on package height and width represent allowable mold offsets. Dimensions given are measured at the widest point (parting line).

2. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.

3. Height does not include mold gate flash.

4. Recommended minimum PWB hole diameter to clear transition area is 0.035" (0.89 mm).

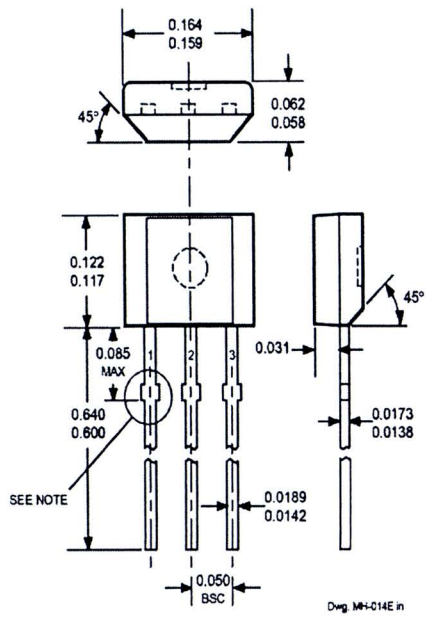
5. Minimum lead length was 0.500" (12.70 mm). If existing product to the original specifications is not acceptable, contact sales office before ordering.

Allegro MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

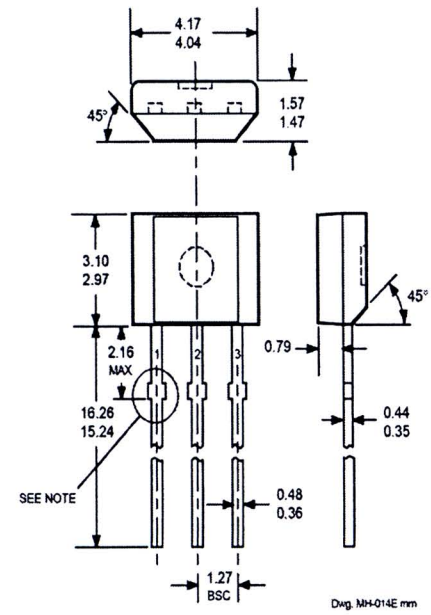
3503
RATIOMETRIC, LINEAR HALL-EFFECT SENSORS

UGN3503UA

Dimensions in Inches
(controlling dimensions)

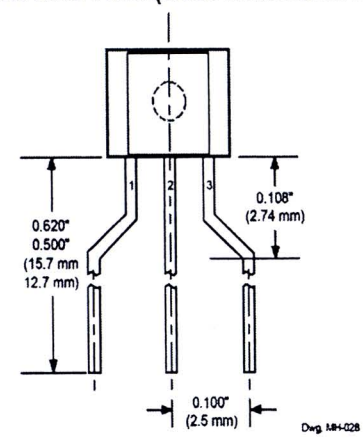


Dimensions in Millimeters
(for reference only)



NOTES:
1. Tolerances on package height and width represent allowable mold offsets. Dimensions given are measured at the widest point (parting line).
2. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.
3. Height does not include mold gate flash.
4. Recommended minimum PWB hole diameter to clear transition area is 0.035" (0.89 mm).
5. Where no tolerance is specified, dimension is nominal.
6. Supplied in bulk pack (500 pieces per bag).

Radial Lead Form (order UGN3503UA-LC)



NOTE: Lead-form dimensions are the nominals produced on the forming equipment. No dimensional tolerance is implied or guaranteed for bulk packaging (500 pieces per bag).

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ – สกุล นางสาวชญานิศ ทองมาก

วัน เดือน ปีเกิด 29 มิถุนายน 2524

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษา ประโยคมัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนท่าตูมประชาเสริมวิทย์ พ.ศ. 2542

ระดับปริญญาตรี ครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์
สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา พ.ศ. 2546

ระดับปริญญาโท วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ. 2553

ประวัติการทำงาน รับราชการ
โรงเรียนสตรีวัดอัปสรสวรรค์

ผลงานที่ได้รับการตีพิมพ์ Tongmak, C. and Onreabroy, W., 2010, "Determination of the Permeability of Free Space using Ampere's Law Apparatus", **SIAM PHYSICS CONGRESS SPC2011 PHYSICS**, 23-26 March 2011, Ambassador City Jomtien Hotel, Pattaya, Thailand, p.321

คณะวิทยาศาสตร์ มจธ.
เลขรับ 2324
วันที่ 10 ก.ค. 255
เวลา 11.00

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ข้อตกลงว่าด้วยการโอนลิขสิทธิ์ในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา

วันที่ 18 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2554

ข้าพเจ้า (นาย / นาง / นางสาว) ชญานิศ ทองมาก รหัสประจำตัว 52441509 เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญา ( ) โท ( ) เอก หลักสูตร วท.ม. / ปร.ด. สาขาวิชา ฟิสิกส์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ อยู่บ้านเลขที่ 1/29 ตรอก / ซอย เอกชัย 19 ถนน เอกชัย ตำบล / แขวง บางขุนเทียน อำเภอ / เขต จอมทอง จังหวัด กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10150 ขอโอนลิขสิทธิ์ในทรัพย์สินทางปัญญาให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี ผศ.ดร.วรนุช เกิดสินธ์ชัย ตำแหน่ง คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ เป็นตัวแทน "ผู้รับโอน" สิทธิ์ในทรัพย์สินทางปัญญาและมีข้อตกลงดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง อุปกรณ์นับอัตราการเต้นของหัวใจที่ผลิตขึ้นสำหรับการเรียนการสอนฟิสิกส์ เรื่อง สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในตัวนำตรง และขดลวดโซลินอยด์

ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ (อาจารย์ที่ปรึกษา และ/หรืออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม)
ผศ.ดร.วันดี ดอนเรียนขัย

ตาม พ.ร.บ.ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย

---

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้องระบุว่าวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรือให้ผู้อื่นทำซ้ำ หรือดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน หรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ.2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงธุรกิจ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ชญานิศ ทองมาก
ลงชื่อ
ผู้ให้ข้อตกลง

คณะวิทยาศาสตร์ มจธ.
เลขรับ 2334
วันที่ 1 ก.ค. 255-
เวลา 11 น.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ข้อตกลงว่าด้วยการโอนลิขสิทธิ์ในทรัพย์สินทางปัญญาของนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา สำเนาถูกต้อง ก.ก.

วันที่ 18 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2554

ข้าพเจ้า (นาย / นาง / นางสาว) ชญานิศ ทองมาก รหัสประจำตัว 52401509 เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ระดับปริญญา ( ) โท ( ) เอก หลักสูตร วท.ม. / ปร.ด. สาขาวิชา ฟิสิกส์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ อยู่บ้านเลขที่ 1/29 ตรอก / ซอย เอกชัย 19 ถนน เอกชัย ตำบล / แขวง บางขุนเทียน อำเภอ / เขต จอมทอง จังหวัด กรุงเทพฯ รหัสไปรษณีย์ 10150 ขอโอนลิขสิทธิ์ในทรัพย์สินทางปัญญาให้ไว้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมี ผศ.ดร.วรนุช เกิดสินธ์ชัย ตำแหน่ง คณบดีคณะวิทยาศาสตร์ เป็นตัวแทน "ผู้รับโอน" สิทธิ์ในทรัพย์สินทางปัญญาและมีข้อตกลงดังนี้

1. ข้าพเจ้าได้จัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง อุปกรณ์หัววัดอุลตร้าโซนิคสำหรับการเรียนการสอนฟิสิกส์ เรื่อง สนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าในสายตัวนำตรง และขดลวดโซลินอยด์

ซึ่งอยู่ในความควบคุมของ (อาจารย์ที่ปรึกษา และ/หรืออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม) ผศ.ดร.วันดี ดอนเรียนดี

ตาม พ.ร.บ.ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 และถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

2. ข้าพเจ้าตกลงโอนลิขสิทธิ์จากผลงานทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากการสร้างสรรค์ของข้าพเจ้าในวิทยานิพนธ์ให้กับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ตลอดอายุแห่งการคุ้มครองลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 ตั้งแต่วันที่ได้รับอนุมัติโครงร่างวิทยานิพนธ์จากมหาวิทยาลัย

---

3. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปใช้ในการเผยแพร่ในสื่อใดๆ ก็ตาม ข้าพเจ้าจะต้องระบุว่าวิทยานิพนธ์เป็นผลงานของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีทุกครั้งที่มีการเผยแพร่

4. ในกรณีที่ข้าพเจ้าประสงค์จะนำวิทยานิพนธ์ไปเผยแพร่ หรือให้ผู้อื่นทำซ้ำ หรือดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน หรือกระทำการอื่นใด ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ.2537 โดยมีค่าตอบแทนในเชิงพาณิชย์ ข้าพเจ้าจะกระทำได้เมื่อได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษรจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ชญานิศ ทองมาก

ลงชื่อ :