การควบคุมแบบออปทิมัลของโต๊ะตัดแผ่นเหล็กด้วยเปลวไฟ

นาย ถาวร วิทยถาวรวงศ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2530
ISBN 974-568-562-3
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

013817

I 1029918X

OPTIMAL CONTROL OF A FLAME CUTTING TABLE

MR. TAWORN WITHAYATAWORNWONG

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Mechanical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1987

ISBN 974-568-562-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การควบคุมแบบออปทิมัลของโต๊ะตัดแผ่นเหล็กด้วยเปลวไฟ
โดย นาย ถาวร วิทยถาวรวงศ์
ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ แสงวีระพันธุ์ดิริ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร.วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ แสงวีระพันธุ์ดิริ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิทยา ยงเจริญ)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยโรจน์ คุณเพนิชกิจ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถาวร วิทยถาวรวงศ์ : การควบคุมแบบออปทิมัลของโต๊ะตัดแผ่นเหล็กด้วยเปลวไฟ (OPTIMAL CONTROL OF A FLAME CUTTING TABLE) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.วิบูลย์ แส่งวีระพันธุ์ศิริ, 79 หน้า

ในการสร้างและควบคุมโต๊ะตัดแผ่นเหล็กด้วยเปลวไฟนี้ ก็เพื่อที่จะเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนา การนำเอาไมโครคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความละเอียดแม่นยำ และมีคุณภาพสม่ำเสมอกัน

ส่วนการออกแบบระบบควบคุมนี้จะใช้การควบคุมแบบออปทิมัล โดยใช้เทคนิคแบบ Linear Regulator Problem ซึ่งจะทำให้เกิดข้อผิดพลาดและใช้พลังงานในการขับเคลื่อนน้อย ณ ความต้องการหนึ่ง ๆ แต่ก็มีปัญหาในการควบคุมตามเทคนิคดังกล่าว คือ จะเกิดค่าความผิดพลาดที่ลู่ภาวะราบเรียบขึ้น และในการควบคุมให้มีการเคลื่อนที่หักมุม หรือ มีการเปลี่ยนทิศทางโดยทันทีจะทำให้เกิดการผิดพลาดเพิ่มขึ้น ซึ่งการแก้ไขจะทำได้โดยการใช้ระบบควบคุมแบบที่มีการกำจัดค่าความผิดพลาดที่ลู่ภาวะราบเรียบด้วย และใช้การควบคุมที่มีการมองตำแหน่งล่วงหน้าก่อน มาช่วยเพื่อลดความผิดพลาด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2530 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

TAWORN WITHAYATAWORNWONG : OPTIMAL CONTROL OF A FLAME CUTTING TABLE. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. VIBOON SANGVERAPHUNSIRI, Ph.D. 79 PP.

A flame cutting table was created and controlled in order to study and develop application of microcomputer to control machines or equipments for precision and quality of the products.

The method of OPTIMAL CONTROL was applied by using Linear Regulator Problem which has minimum error and energy to drive load at each weighting factor. However there were problems when the method was applied to control a system. It resulted with a large steady state error and a moving path which was rapidly changed. The problem can be improved by using INTEGRAL action (I - action) to reduce steady state error and by using preview control.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล

ปีการศึกษา 2530 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีก็ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ อาจารย์ ดร.วิบูลย์ แสงวีระพันธุ์ติริ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นต่างๆของการวิจัยมาด้วยดีตลอด และยังต้องขอขอบคุณ ดร.วิศณุ พงศ์พิพัฒน์ ผู้จัดการ บริษัท วิศณุและสุภัค จำกัด อีกทั้ง คุณ พิษณุพงษ์ รักผกาวงศ์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ และ คุณ บรรจง วิทยถาวรวงศ์ วิศวกรประจำบริษัทปูนซิเมนต์ไทย จำกัด ที่ได้ให้คำปรึกษา และ แนะนำเกี่ยวกับวงจรทางไฟฟ้าของงานวิจัยนี้ และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงิน และ ให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ง
กิตติกรรมประกาศ ..... จ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ ..... ช

บทที่

1. บทนำ 1
2. ระบบควบคุมตำแหน่งและความเร็ว 4
3. ทฤษฎีการควบคุม 7
4. การออกแบบ 12
5. การทดลอง 19
6. การวิเคราะห์ผล 22
7. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ 44

เอกสารอ้างอิง 46
ภาคผนวก 47
ประวัติผู้เขียน 79

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สัญลักษณ์และเครื่องหมาย

$A(t)$ = ปริมาณเวคเตอร์

a = ความเร่งเชิงเส้น , m/sec^2

$B(t)$ = ปริมาณเวคเตอร์

B_v = สัมประสิทธิ์ความหนืด , N-m-sec

$C(t)$ = ปริมาณเวคเตอร์

$D(t)$ = ปริมาณเวคเตอร์

d = ระยะทางที่เคลื่อนที่ , m

$e(t)$ = ค่าความผิดพลาด

F = แรงที่กระทำต่อมวล , N

F_w = ค่า weighting factor

g = ค่าแรงโน้มถ่วง , m/sec^2

H = Hamiltonian

J = Cost function

J_i = ค่าโมเมนต์ความเฉื่อยรวมของ มอเตอร์ , รอก , ชุดเฟืองทด , $N-m-sec^2$

$K(t)$ = ปริมาณเวคเตอร์

$K_g(t)$ = ปริมาณเวคเตอร์ของค่า gain ของระบบ

k = ค่า gain ของระบบ

M = มวลของ frame ล่าง , kg

m = มวลของ frame บน , kg

$P(t)$ = Costate equation or Lagrange Multiplier

$Q(t)$ = ค่า weighting factor

$R_w(t)$ = ค่า weighting factor

r_p = รัศมีของรอกหมุน , m

s = ค่า poles ของระบบ บน s - plane

T = ค่าทอร์ค , N-m

$U(t)$ = สัญญาณอินพุท

v = ค่าความเร็วเชิงเส้น , m/sec

W_n = ค่าความถี่ธรรมชาติ , rad/sec

$X(t)$ = สเตทเวคเตอร์

$Y(t)$ = สัญญาณเอ๊าท์พุทที่ได้

$Z(t)$ = สัญญาณเอ๊าท์พุทที่ต้องการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

θ = มุมที่เคลื่อนที่ , rad
$\dot{\theta}$ = ความเร็วเชิงมุม , rad/sec
$\ddot{\theta}$ = ความเร่งเชิงมุม , rad/sec^2
μ = ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน
ℓ = ค่าสัมประสิทธิ์ความหน่วง , N-sec/m
τ = ค่าเวลาคงที่ , sec
λ = Costate equation or Lagrange Multiplier

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย