

บทที่ 4

ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดสอบ

ในบทนี้จะเป็นการทดสอบการตอบสนองของระบบควบคุมของตัวลู่ชักรถสี่ล้อตามแบบแผนควบคุมที่ 1 และ 2 โดยใช้โปรแกรม MATLAB ซึ่งในการทดสอบนี้จะต้องทำการกำหนดตัวแปรเริ่มต้นขึ้นมาก่อนดังนี้

มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่ของสปริง $k_1 = 1$, $k_2 = 5$

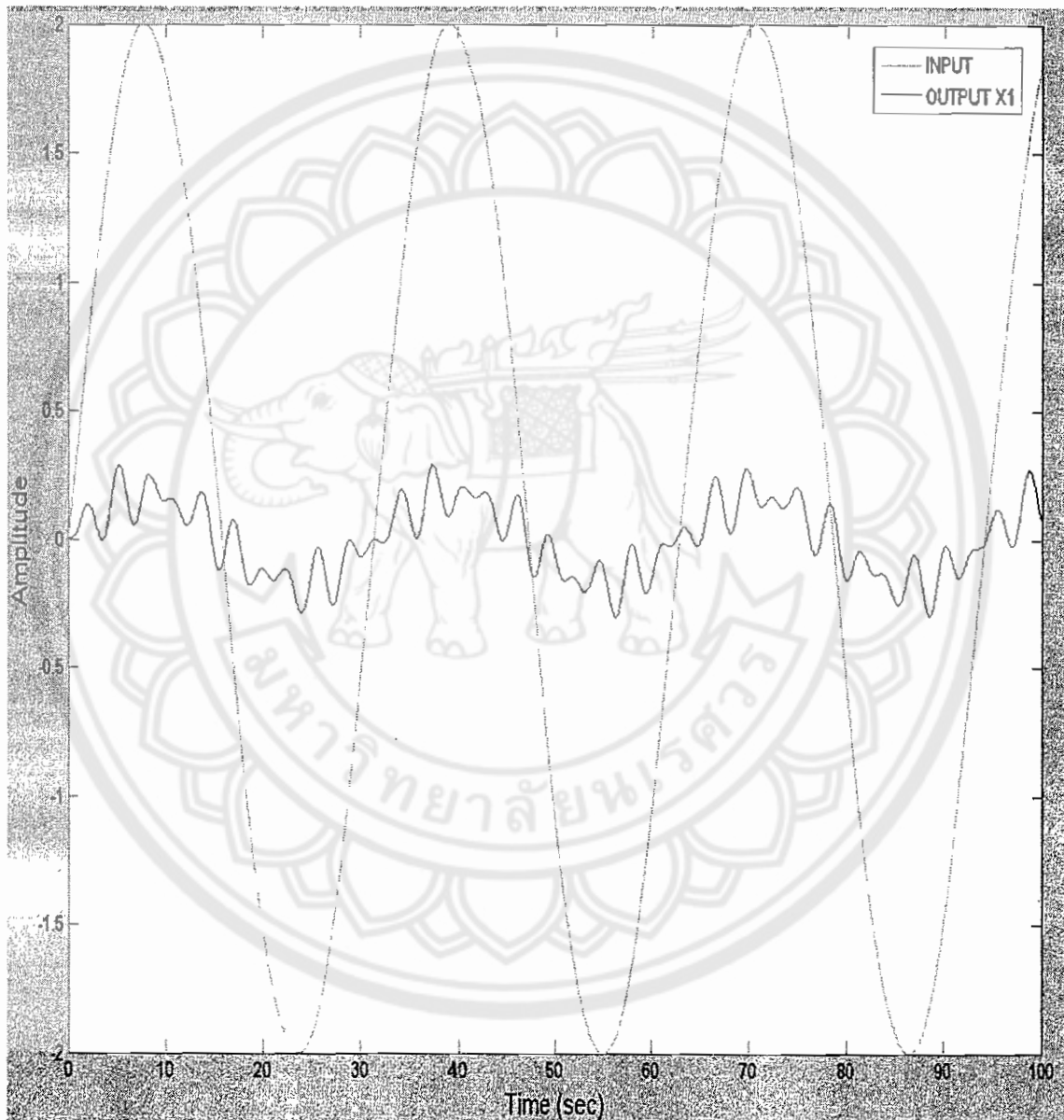
4.1 ข้อมูลที่ใช้ในการประมวลผลแบบแผนการควบคุมแบบที่ 1

ในการทดสอบการตอบสนองของแบบแผนควบคุมแบบที่ 1 นั้นจะแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1. จะทำการกำหนดให้ $g_p = 0$ และทำการปรับค่า g_d ตั้งแต่ 0 ถึง 5
2. จะทำการกำหนดให้ $g_d = 0$ และทำการปรับค่า g_p ตั้งแต่ 0 ถึง 5
3. ทำการปรับค่า g_p ตั้งแต่ 0 ถึง 5 และ ปรับค่า g_d ตั้งแต่ 0 ถึง 5 โดยให้มีค่าเพิ่มขึ้นเท่าๆกัน

4.1.1 ผลการทดสอบครั้งที่ 1

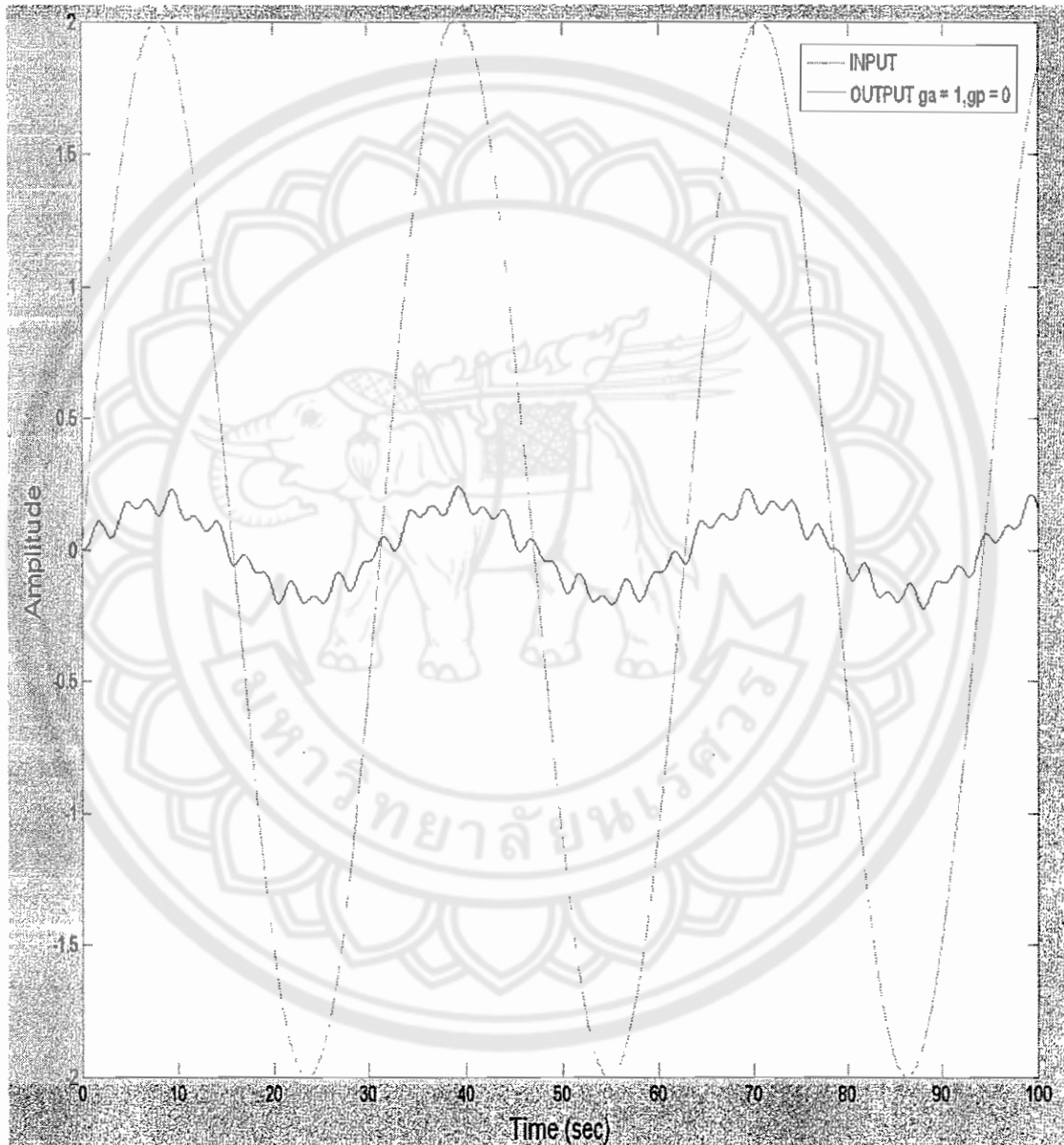
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_a = 0$ และเกน $g_p = 0$



กราฟที่ 4.1 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 1 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 1

4.1.2 ผลการทดสอบครั้งที่ 2

เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_a = 1$ และเกน $g_p = 0$



กราฟที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 2 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 1

4.1.3 ผลการทดสอบครั้งที่ 3

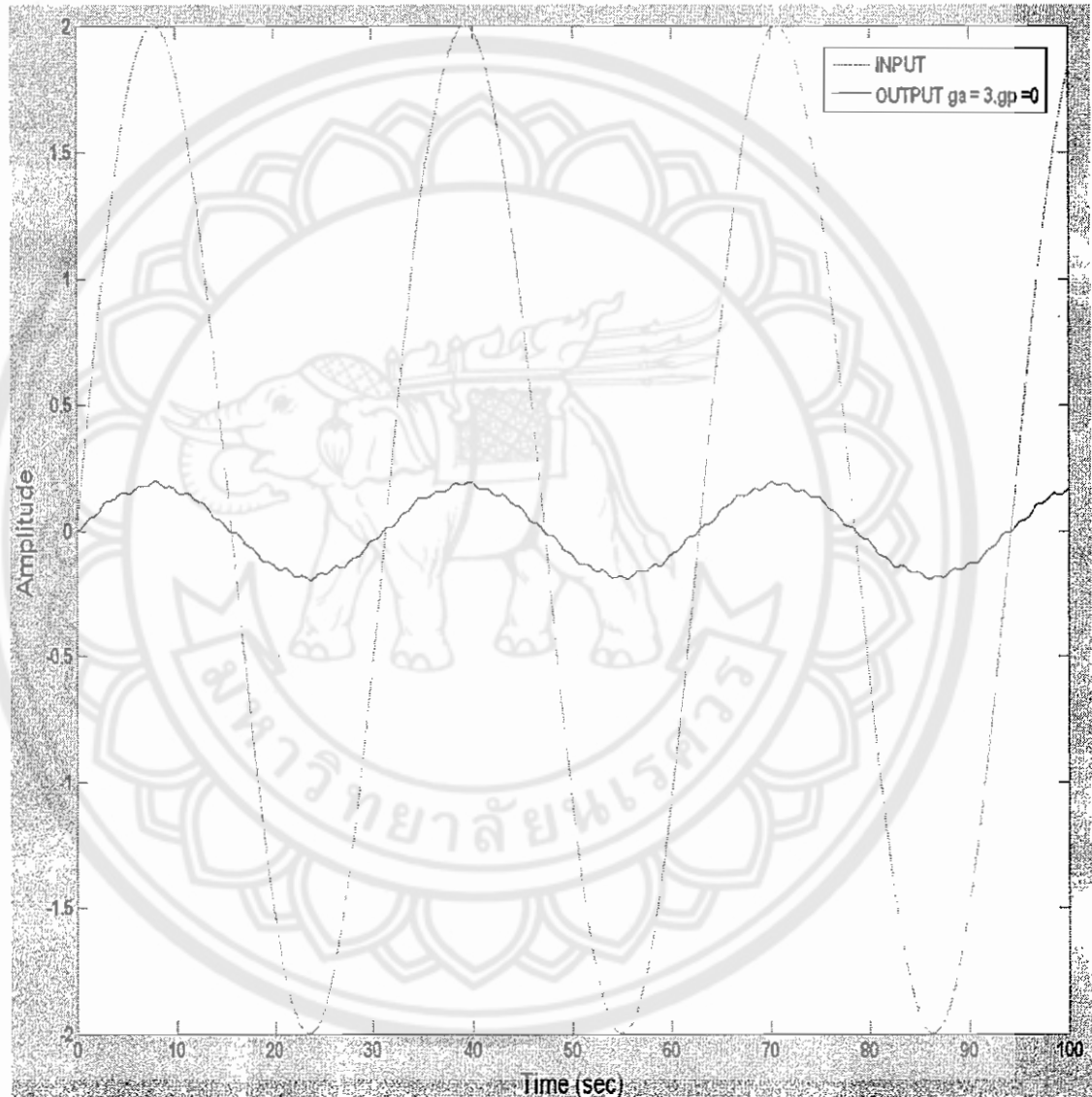
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_a = 2$ และเกน $g_p = 0$



กราฟที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 3 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 1

4.1.4 ผลการทดสอบครั้งที่ 4

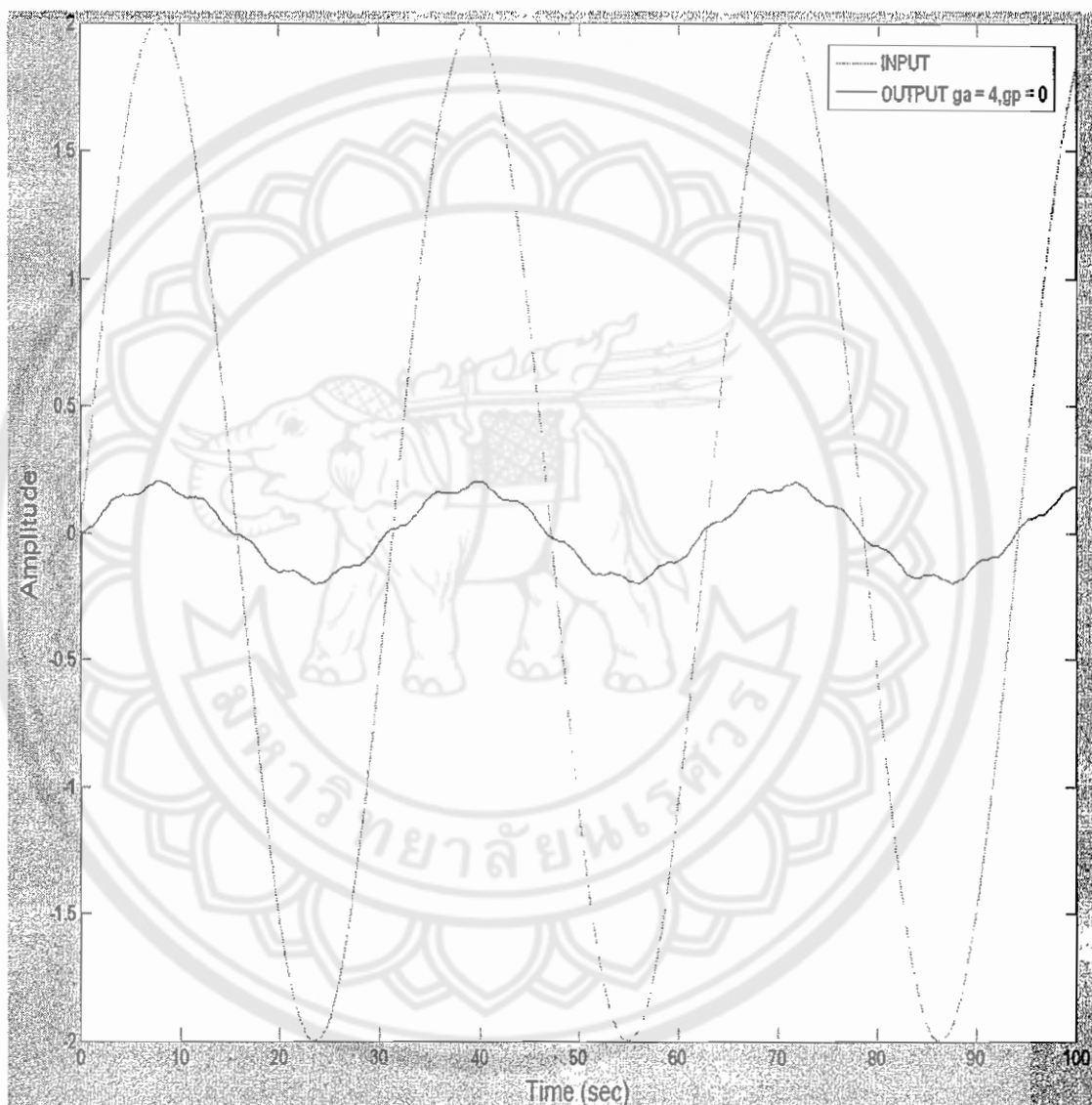
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_a = 3$ และเกน $g_p = 0$



กราฟที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 4 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 1

4.1.5 ผลการทดสอบครั้งที่ 5

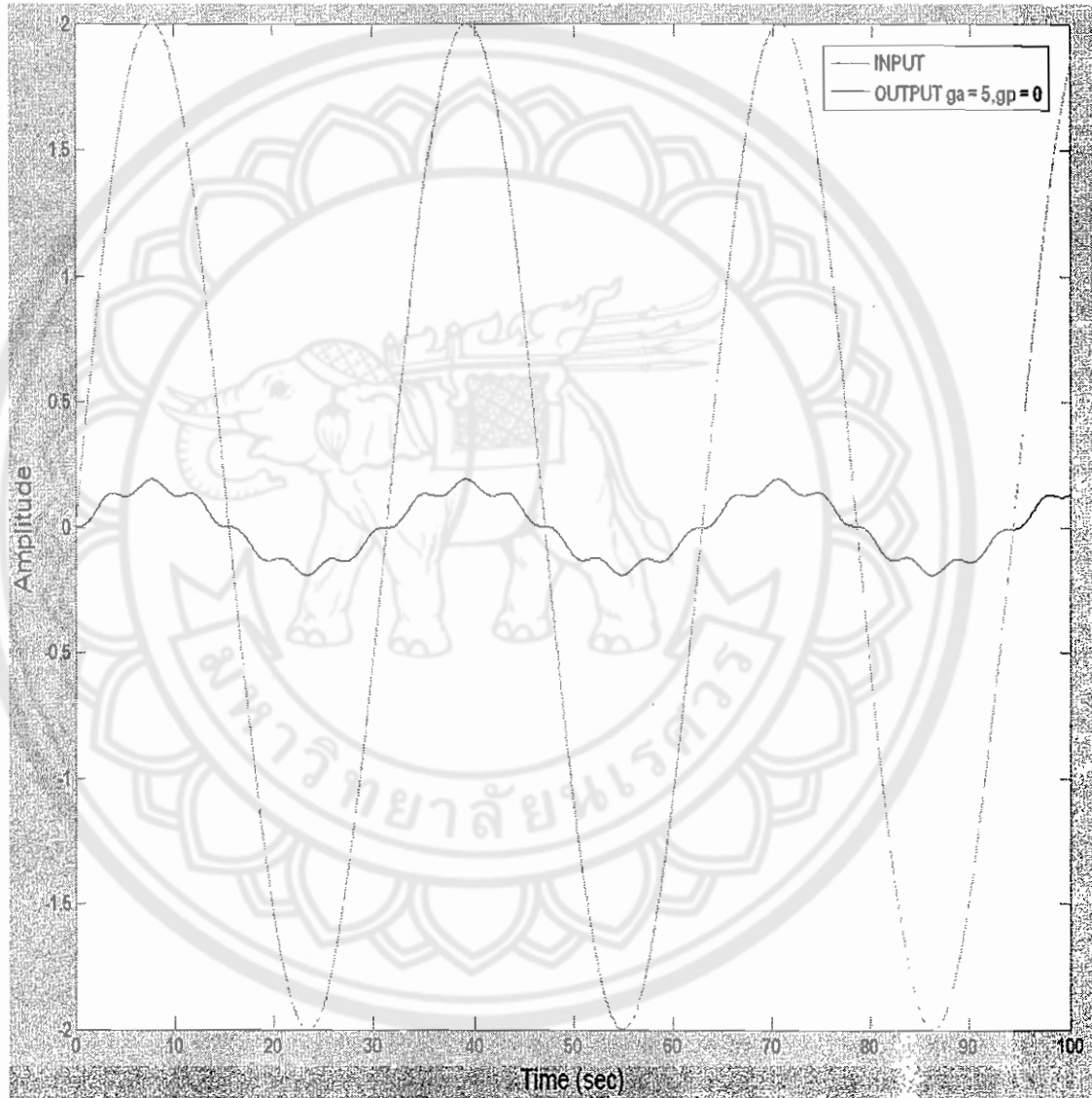
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_a = 4$ และเกน $g_p = 0$



กราฟที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 5 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 1

4.1.6 ผลการทดสอบครั้งที่ 6

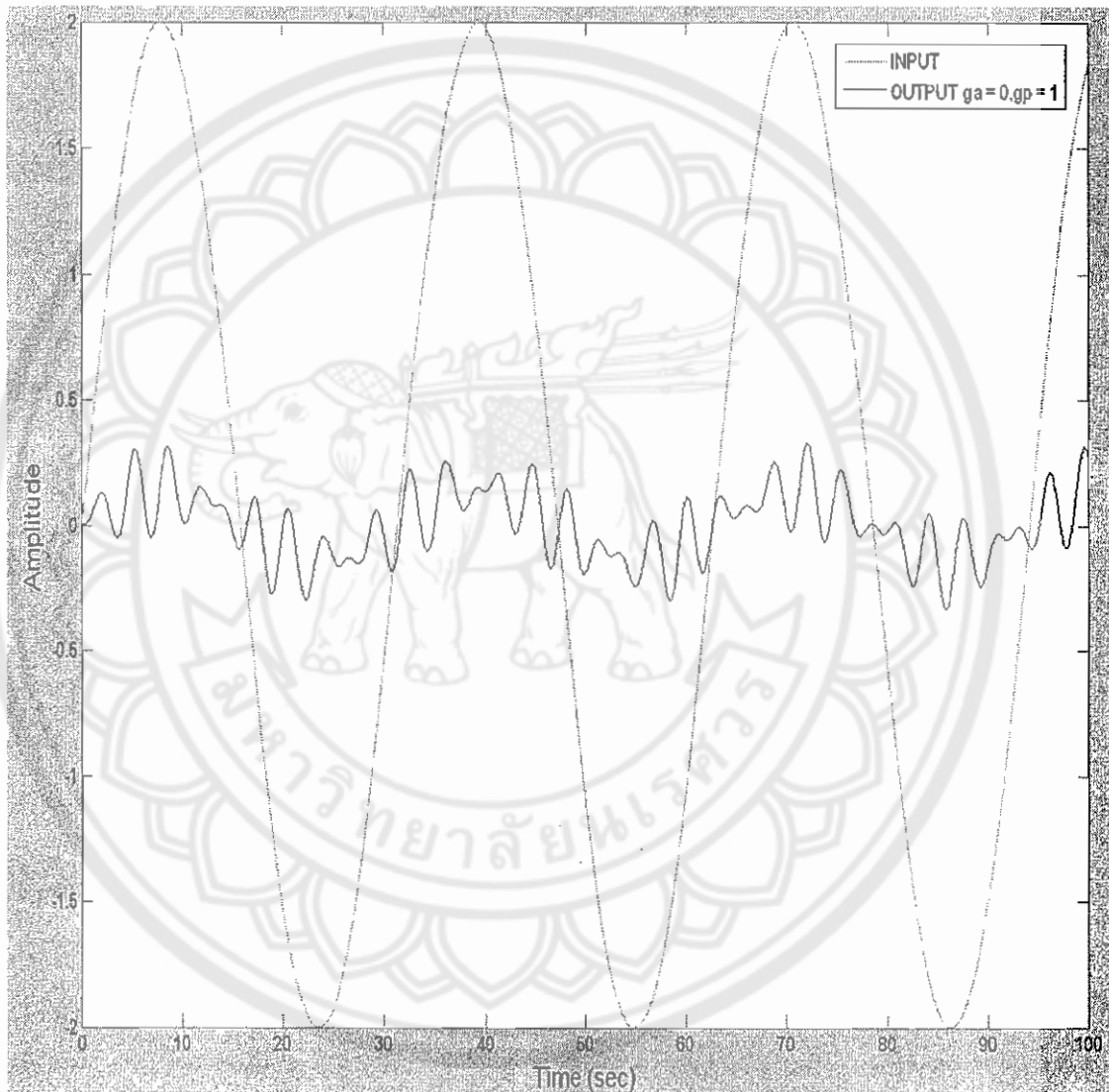
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_a = 5$ และเกน $g_p = 0$



กราฟที่ 4.6 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 6 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 1

4.1.7 ผลการทดสอบครั้งที่ 7

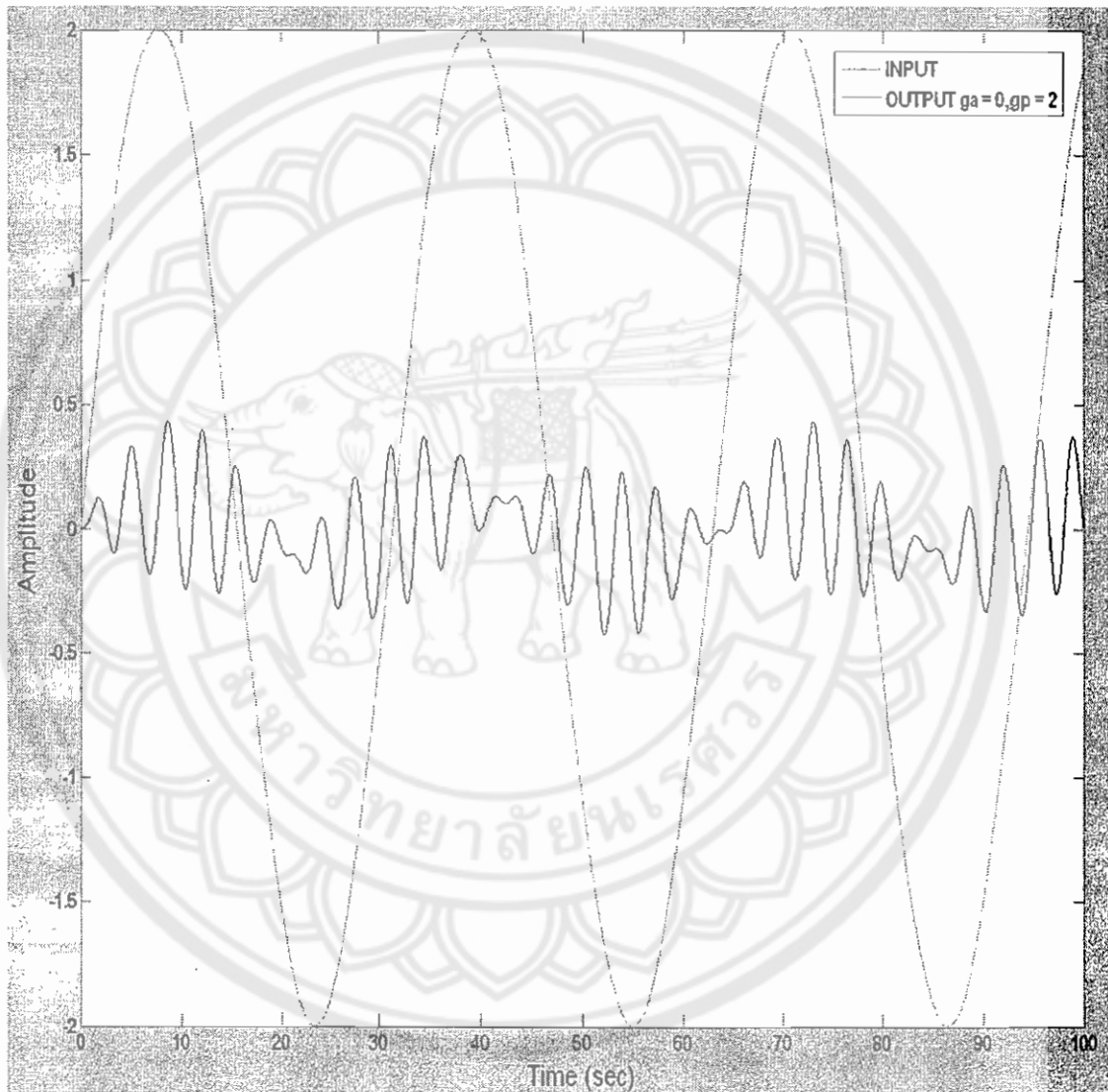
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_a = 0$ และเกน $g_p = 1$



กราฟที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 7 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 1

4.1.8 ผลการทดสอบครั้งที่ 8

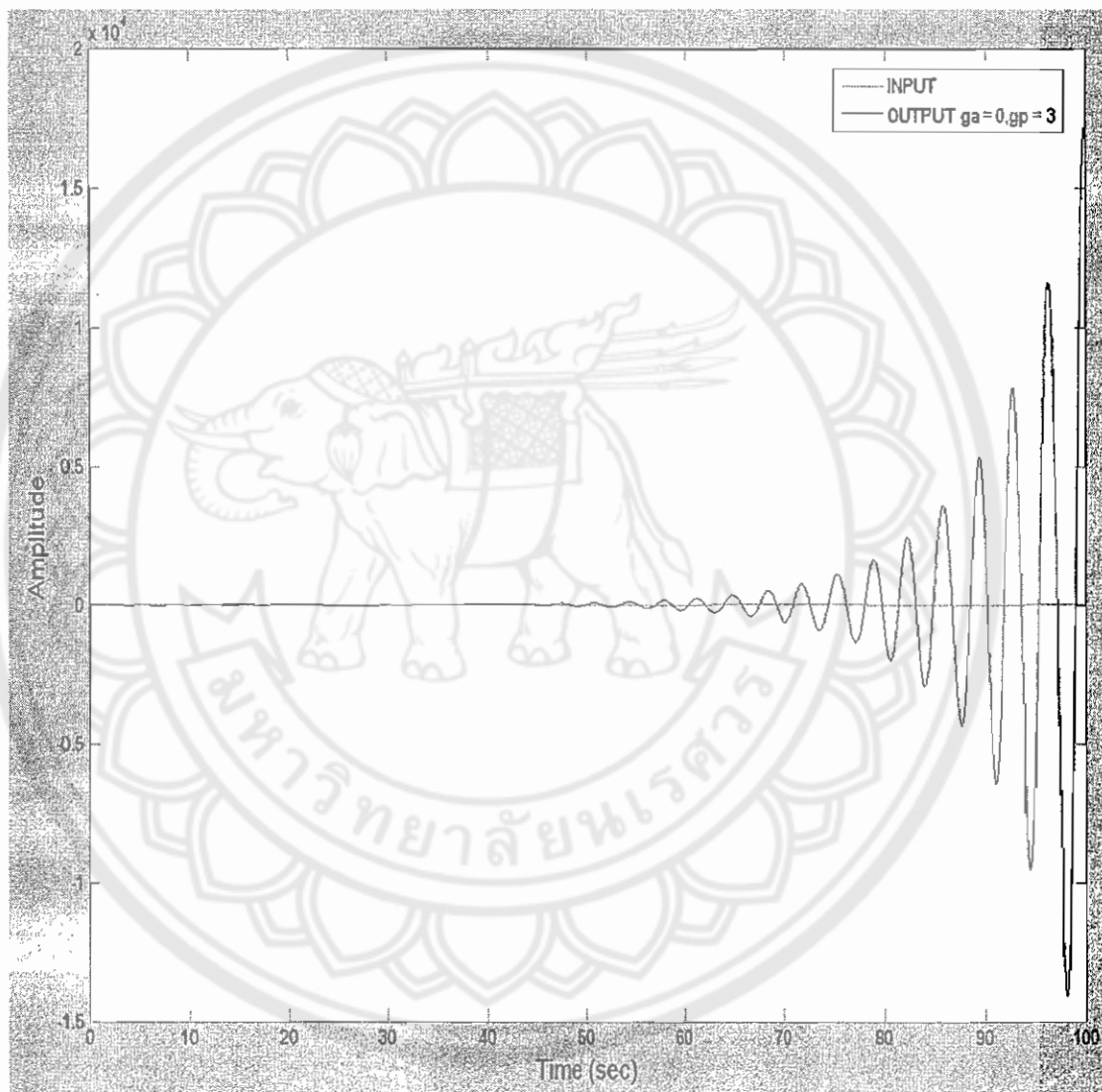
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_a = 0$ และเกน $g_p = 2$



กราฟที่ 4.8 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 8 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 1

4.1.9 ผลการทดสอบครั้งที่ 9

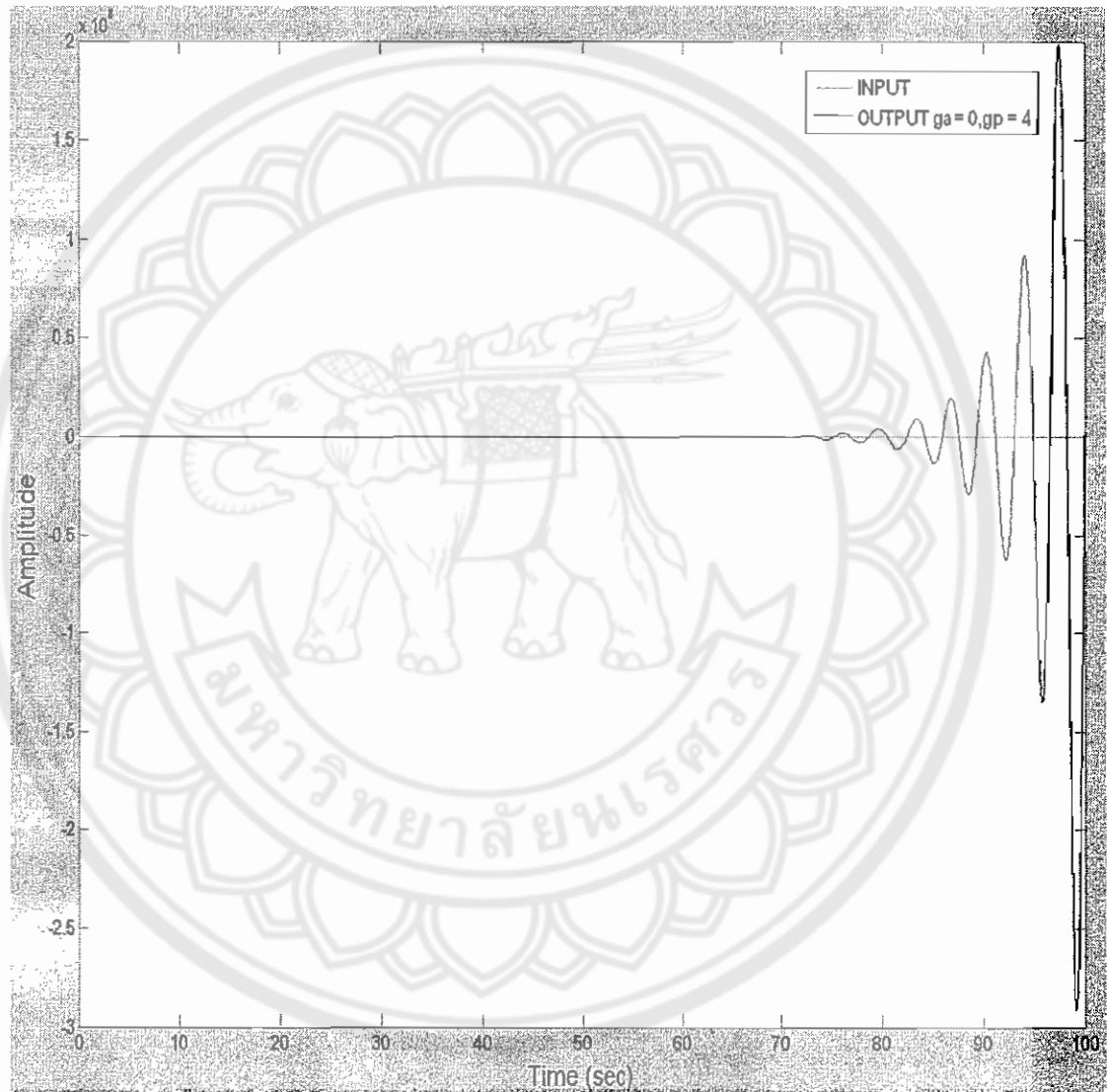
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1=1$, มวล $m_2=5$, ค่าคงที่สปริง $k_1=1$, ค่าคงที่สปริง $k_2=5$ และทำการปรับค่าเกน $g_a=0$ และเกน $g_p=3$



กราฟที่ 4.9 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 9 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 1

4.1.10 ผลการทดสอบครั้งที่ 10

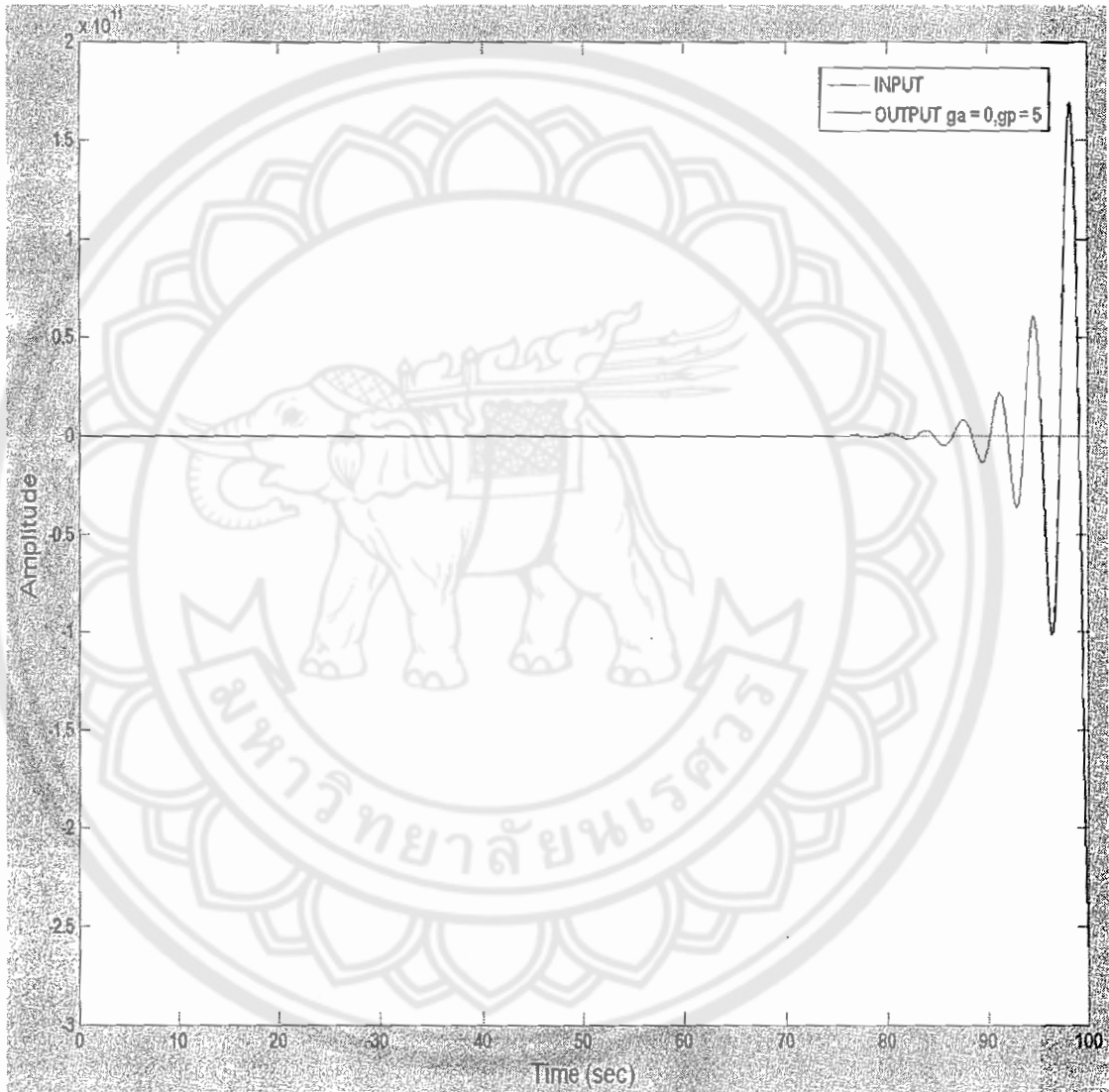
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าแกน $g_a = 0$ และแกน $g_p = 4$



กราฟที่ 4.10 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 10 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 1

4.1.11 ผลการทดสอบครั้งที่ 11

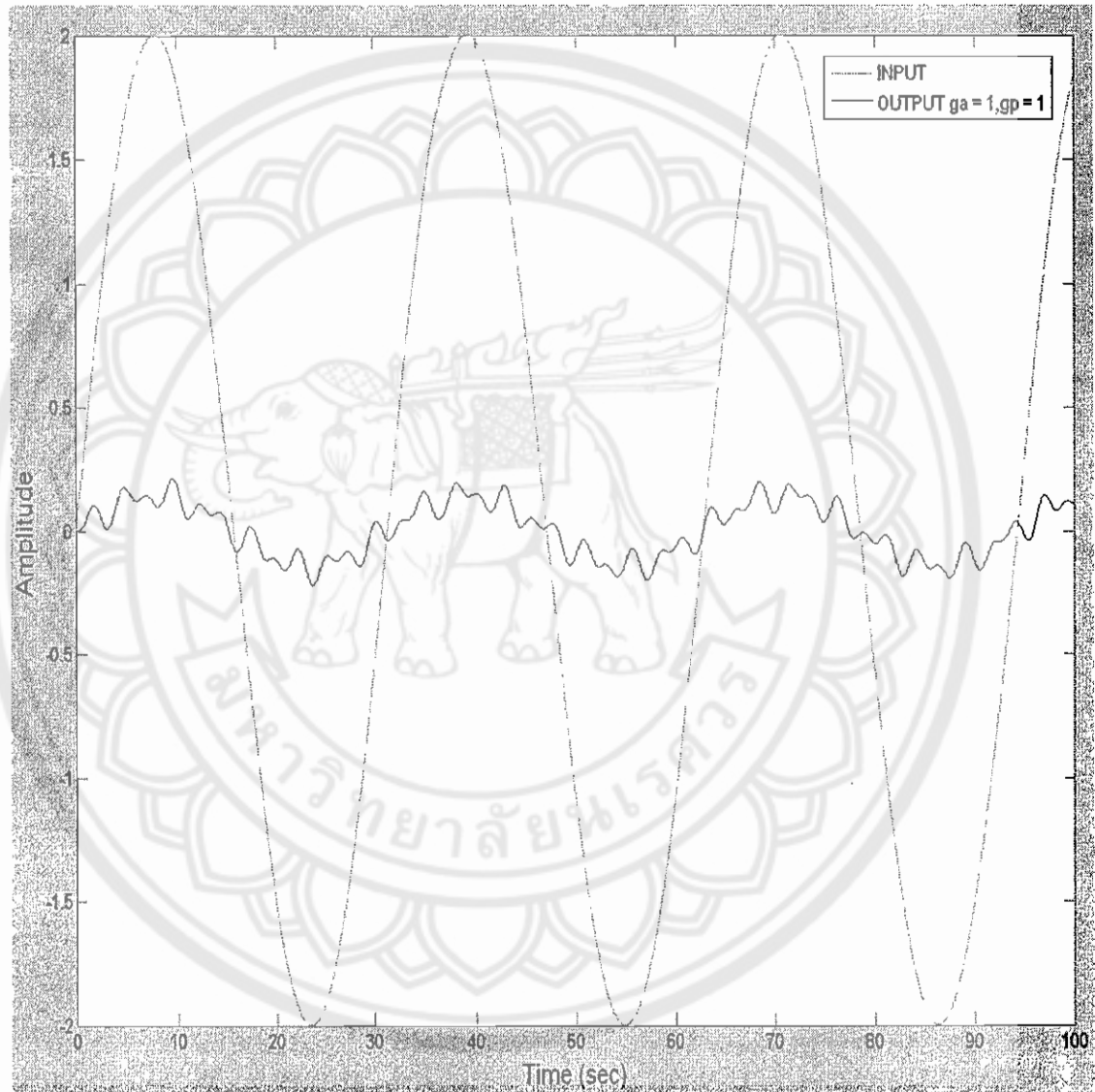
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_a = 0$ และเกน $g_p = 5$



กราฟที่ 4.11 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 11 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 1

4.1.12 ผลการทดสอบครั้งที่ 12

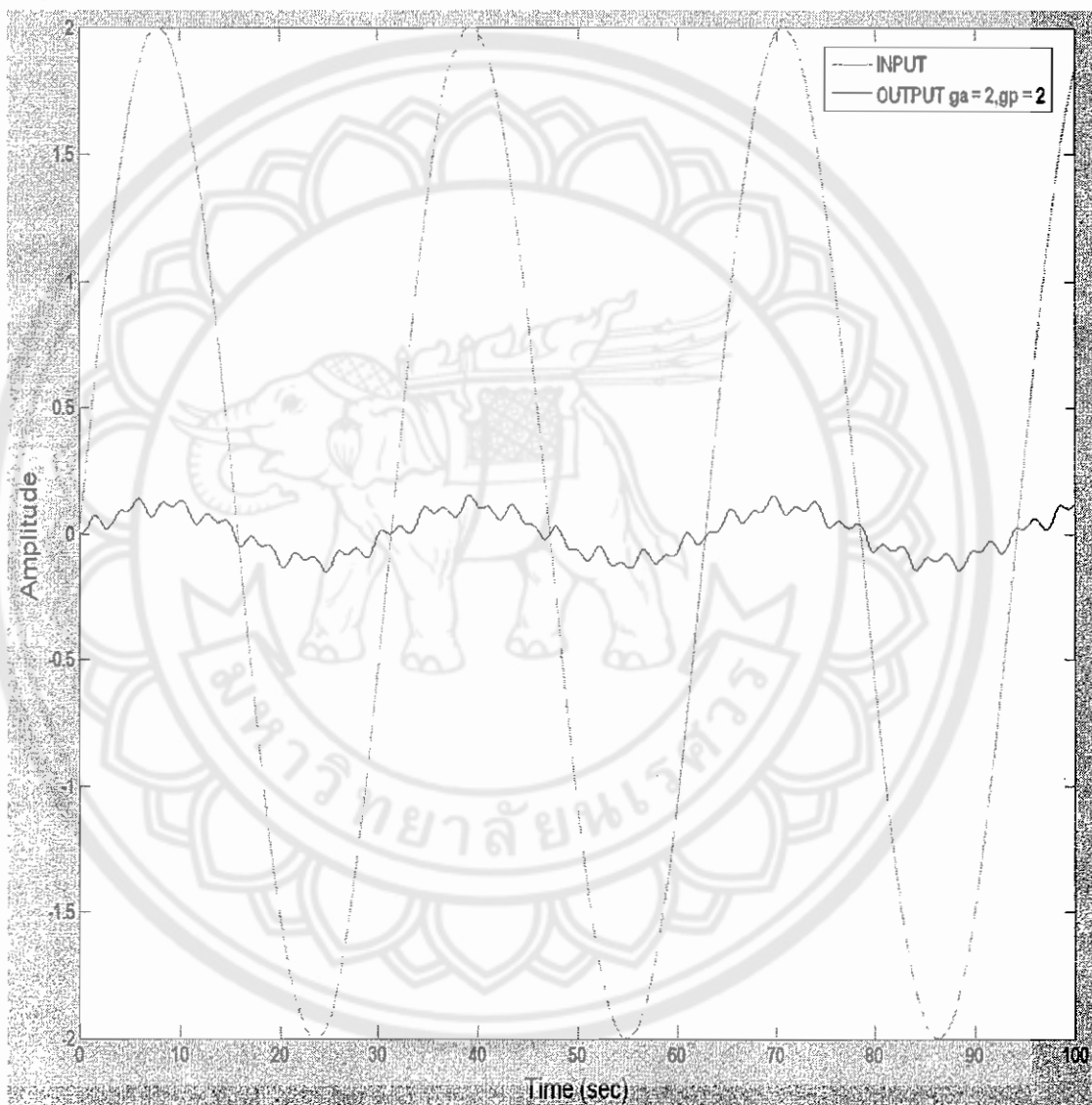
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_a = 1$ และเกน $g_p = 1$



กราฟที่ 4.12 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 12 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 1

4.1.13 ผลการทดสอบครั้งที่ 13

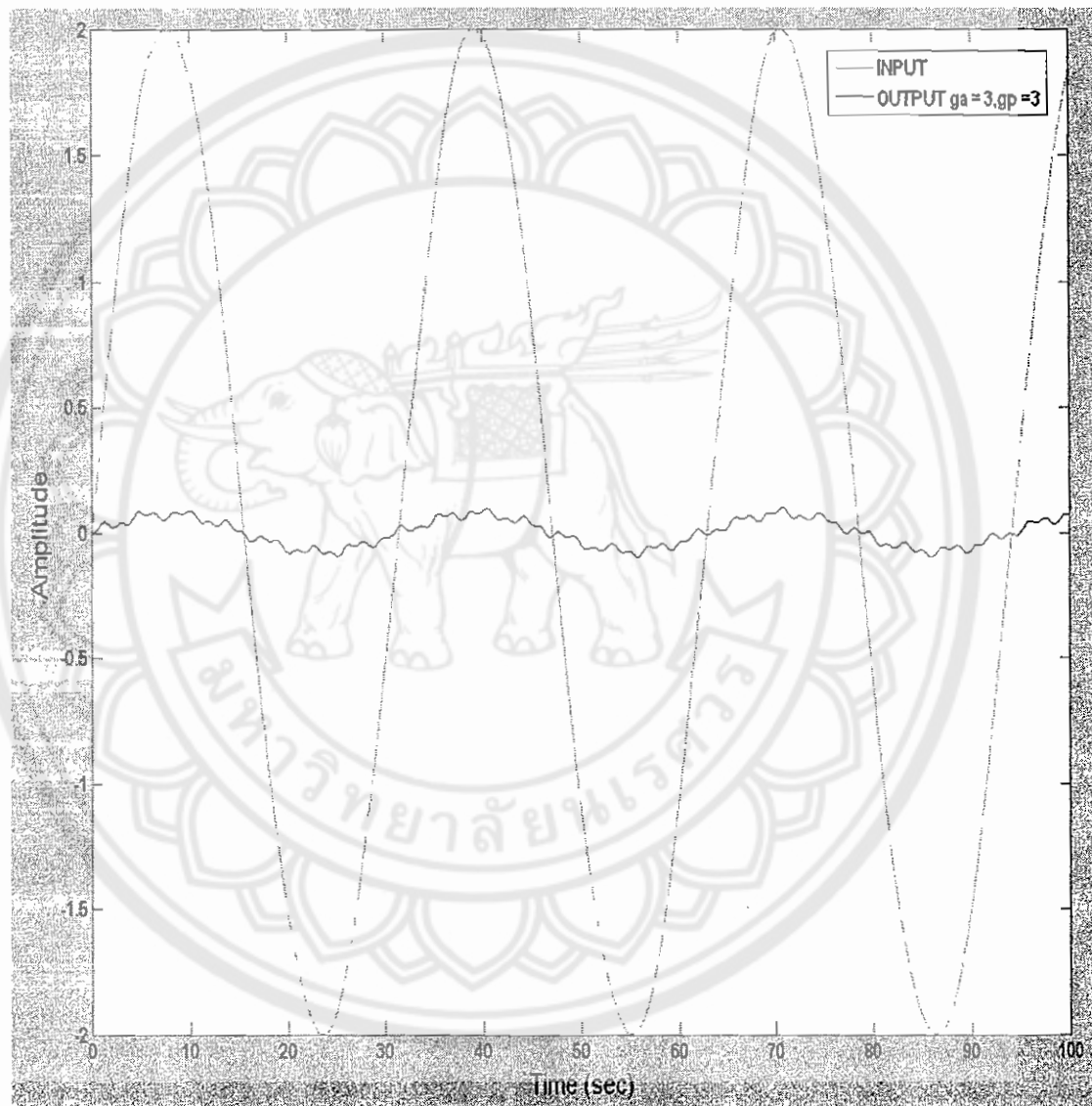
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_a = 2$ และเกน $g_p = 2$



กราฟที่ 4.13 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 13 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 1

4.1.14 ผลการทดสอบครั้งที่ 14

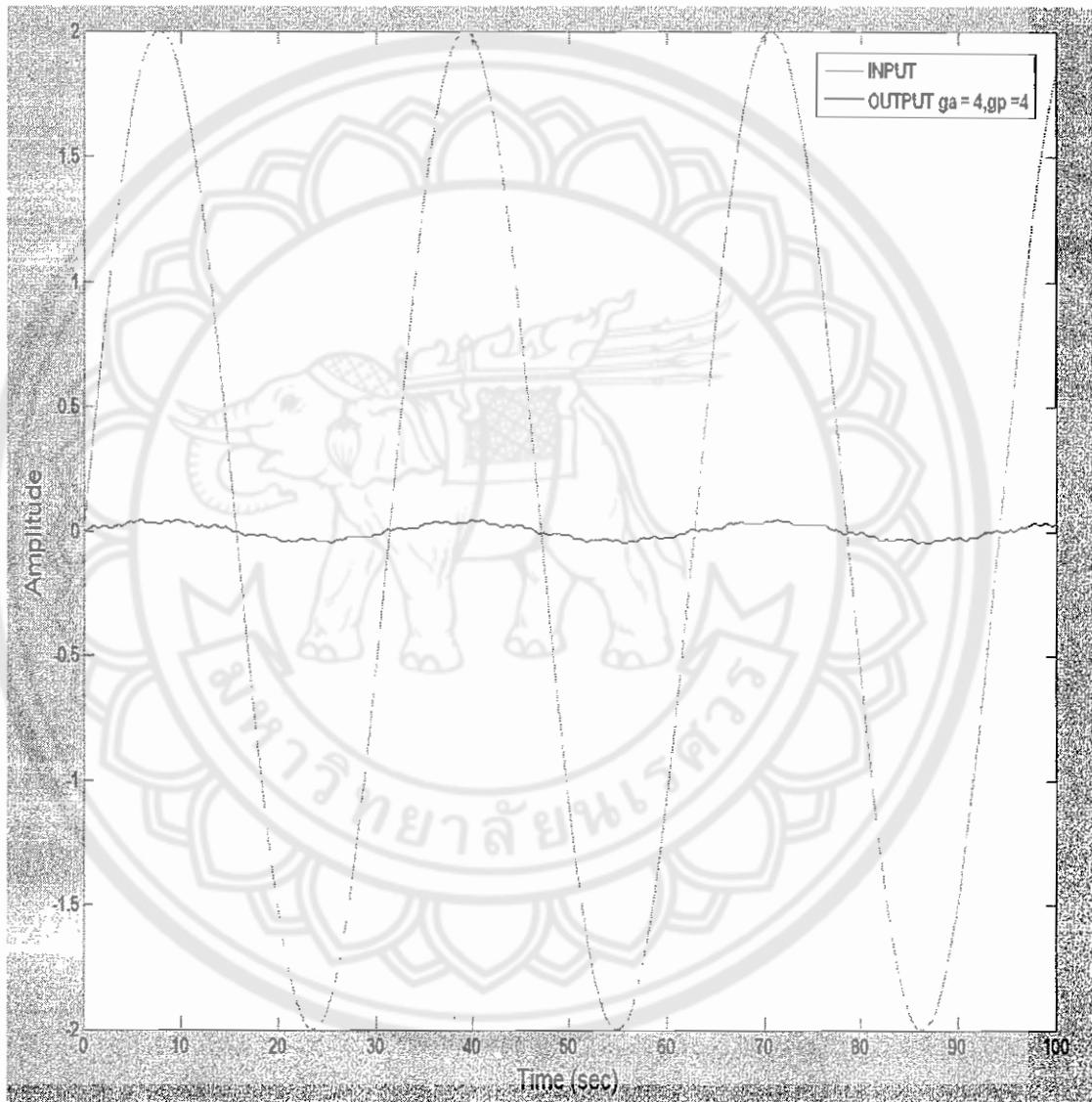
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1=1$, มวล $m_2=5$, ค่าคงที่สปริง $k_1=1$, ค่าคงที่สปริง $k_2=5$ และทำการปรับค่าเกน $g_a=3$ และเกน $g_p=3$



กราฟที่ 4.14 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 14 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 1

4.1.15 ผลการทดสอบครั้งที่ 15

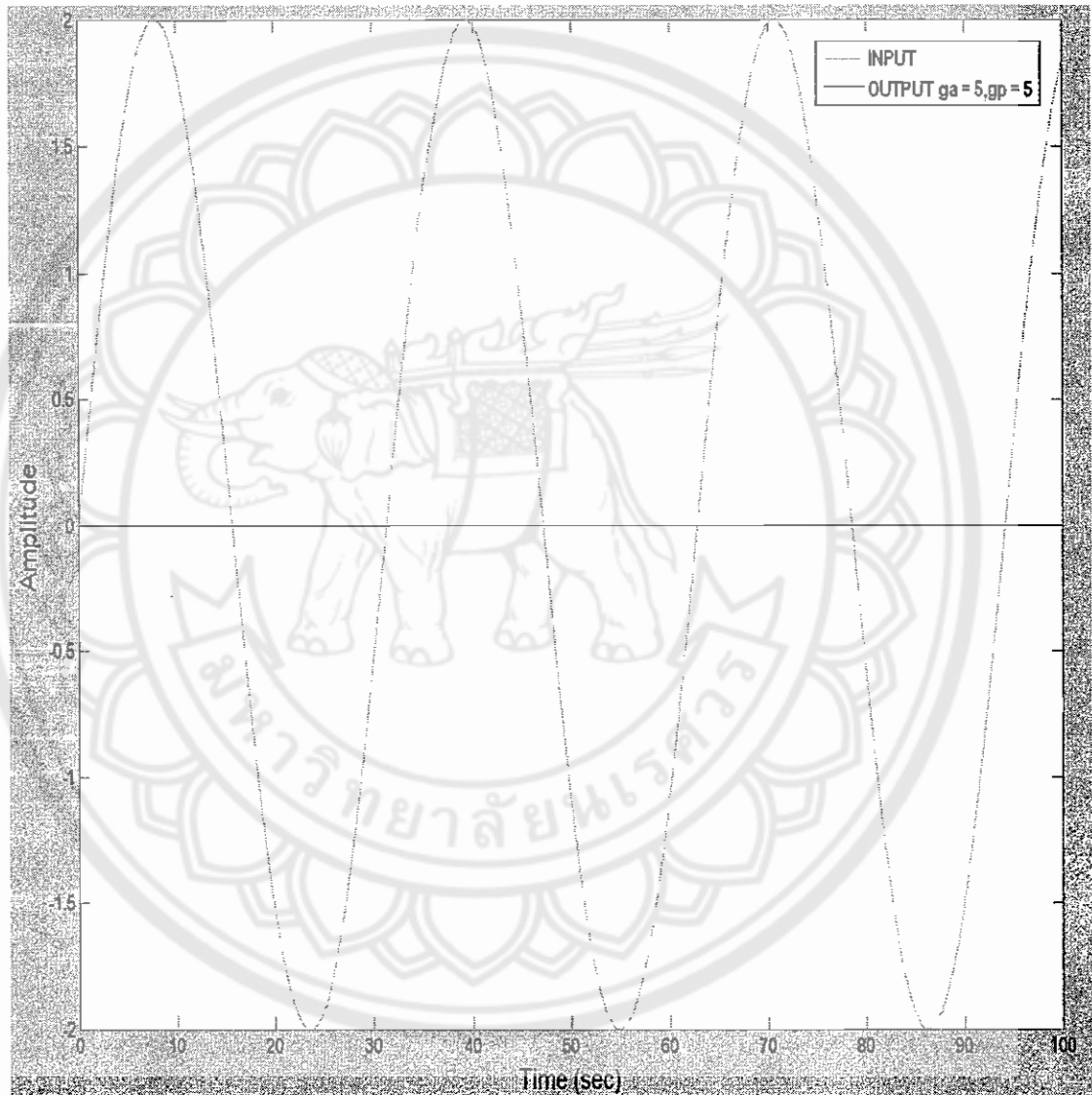
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1=1$, มวล $m_2=5$, ค่าคงที่สปริง $k_1=1$, ค่าคงที่สปริง $k_2=5$ และทำการปรับค่าเกน $g_a=4$ และเกน $g_p=4$



กราฟที่ 4.15 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 15 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 1

4.1.16 ผลการทดสอบครั้งที่ 16

เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_a = 5$ และเกน $g_p = 5$



กราฟที่ 4.16 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 16 ของแผนแบบควบคุมแบบที่

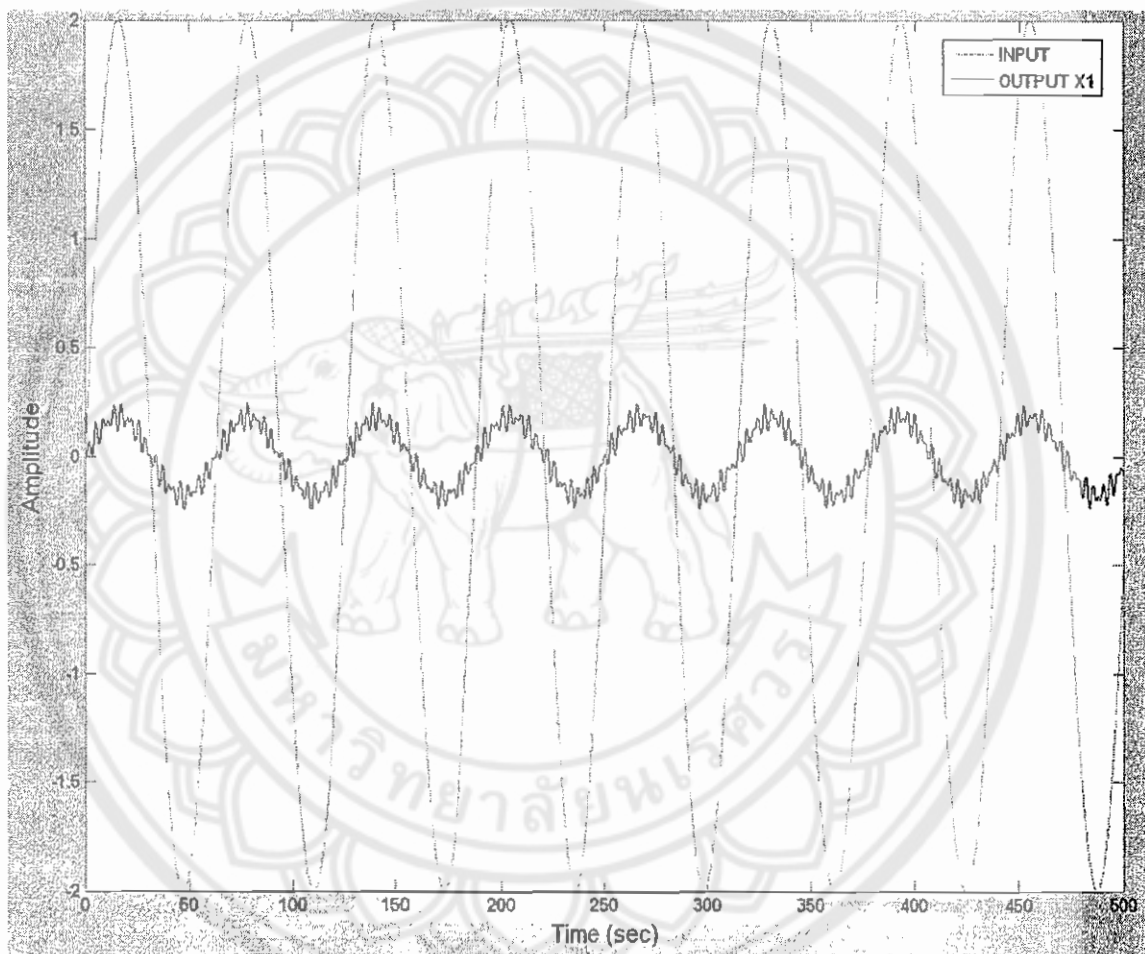
4.2 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแบบแผนการควบคุมแบบที่ 2

ในกระบวนการสร้างแบบจำลองตัวควบคุมสำหรับการสั่นสะเทือนและระบบควบคุมแบบป้อนกลับ ผู้ทำการทดสอบได้กำหนดค่าตัวแปรต่างๆ ดังนี้ โดยให้แรง F ที่กระทำต่อโครงสร้างระบบเป็นสัญญาณแบบ ฮาร์โมนิกส์ ที่มี แอมพลิจูดเป็น 2 แต่จะทำการปรับค่าความถี่ที่แหล่งกำเนิดสัญญาณ ฮาร์โมนิกส์ให้มากขึ้นไปเรื่อยๆและทำการปรับค่าแกน ของ g_{v1} และ g_{p1} ระบบโดยที่กำหนดให้ค่าแกนของ $g_{v2}=0$ และ $g_{p2}=5$ คงที่ตลอดจนระบบมีแอมพลิจูดของมวล m_1 เป็นศูนย์



4.2.1 ผลการทดสอบครั้งที่ 1

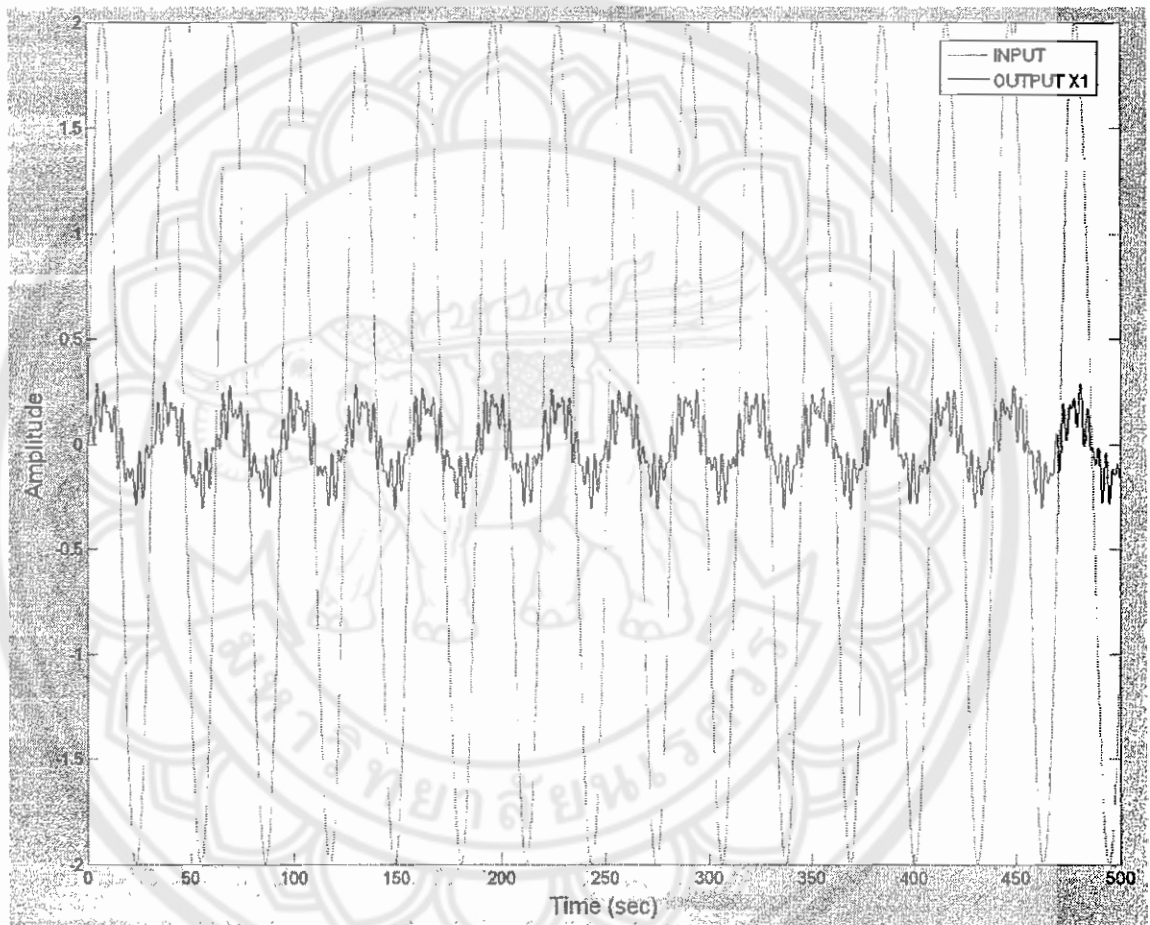
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1=1$, มวล $m_2=5$, ค่าคงที่สปริง $k_1=1$, ค่าคงที่สปริง $k_2=5$ และทำการปรับค่าเกน $g_{v1}=0$, เกน $g_{p1}=0$, เกน $g_{v2}=0$, เกน $g_{p2}=0$ และให้ค่าความถี่ของแหล่งกำเนิด Sine Wave , $\omega=0.1$ rad/sec และแอมพลิจูดเป็น 2



กราฟที่ 4.17 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 1 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 2

4.2.2 ผลการทดสอบครั้งที่ 2

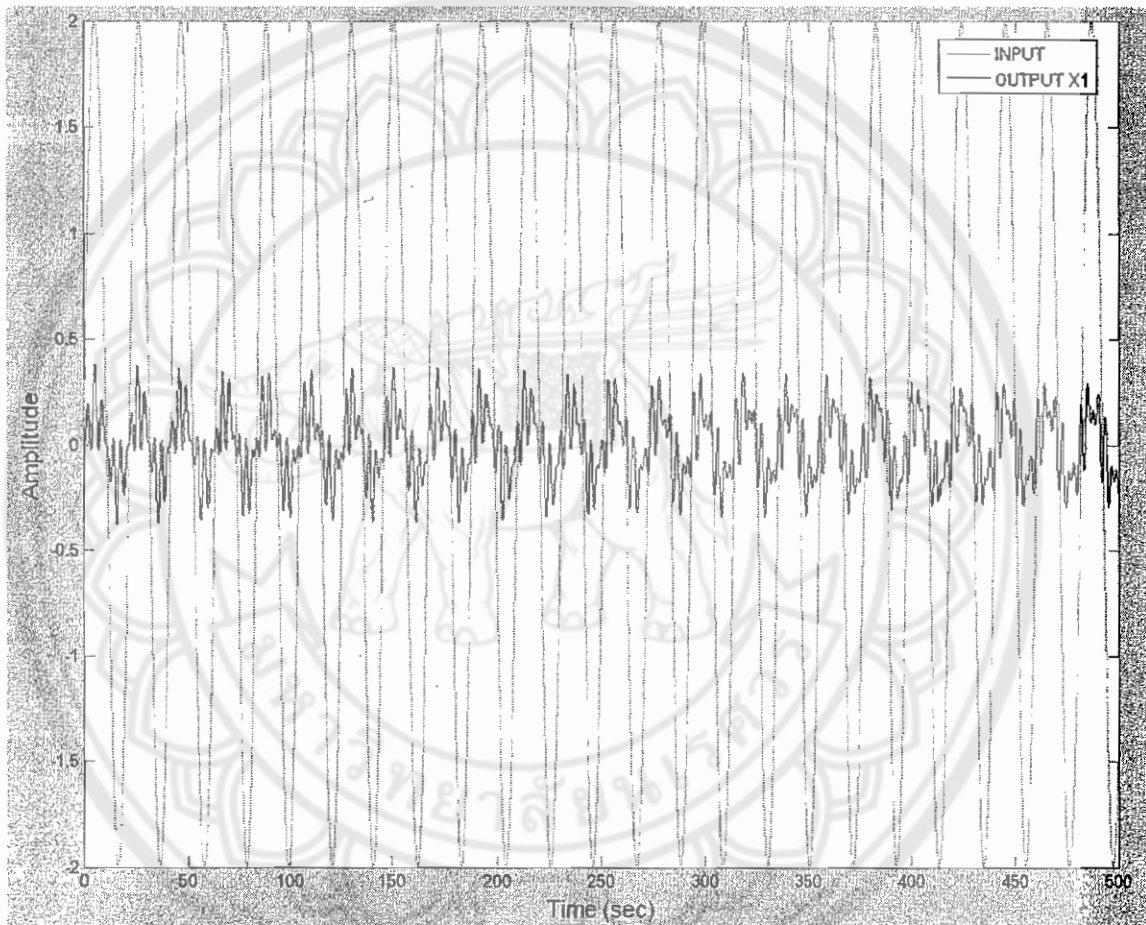
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_{v1} = 0$, เกน $g_{p1} = 0$, เกน $g_{v2} = 0$, เกน $g_{p2} = 0$ และให้ค่าความถี่ของแหล่งกำเนิด Sine Wave , $\omega = 0.2$ rad/sec และแอมพลิจูดเป็น 2



กราฟที่ 4.18 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 2 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 2

4.2.3 ผลการทดสอบครั้งที่ 3

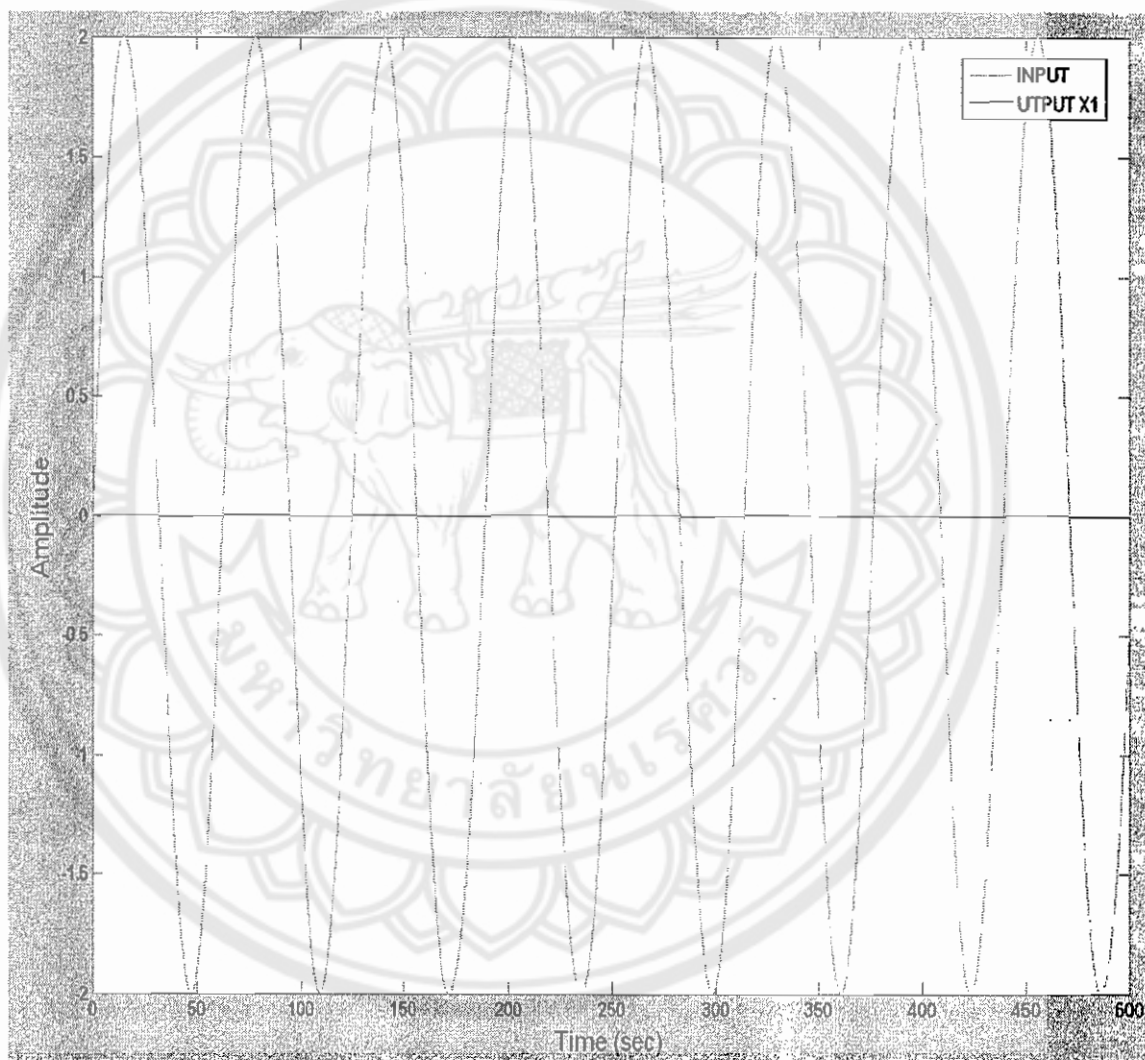
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_{v1} = 0$, เกน $g_{p1} = 0$, เกน $g_{v2} = 0$, เกน $g_{p2} = 0$ และให้ค่าความถี่ของแหล่งกำเนิด Sine Wave , $\omega = 0.3 \text{ rad/sec}$ และแอมพลิจูดเป็น 2



กราฟที่ 4.19 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 3 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 2

4.2.4 ผลการทดสอบครั้งที่ 4

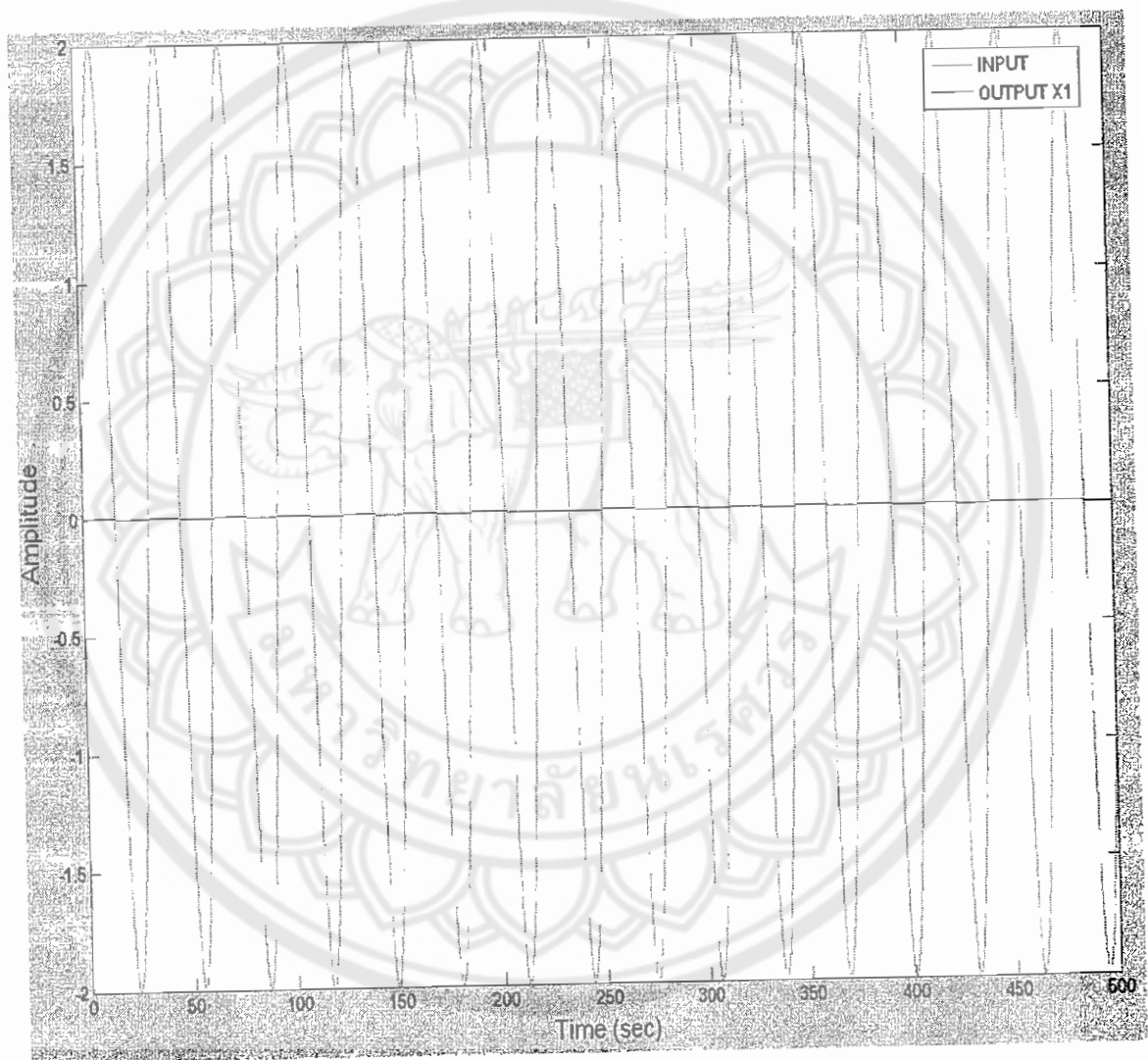
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_{v1} = -1,000$, เกน $g_{p1} = -10,000$, เกน $g_{v2} = 1$, เกน $g_{p2} = 5$ และให้ค่าความถี่ของแหล่งกำเนิด Sine Wave , $\omega = 0.1$ rad/sec และแอมพลิจูดเป็น 2



กราฟที่ 4.20 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 4 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 2

4.2.5 ผลการทดสอบครั้งที่ 5

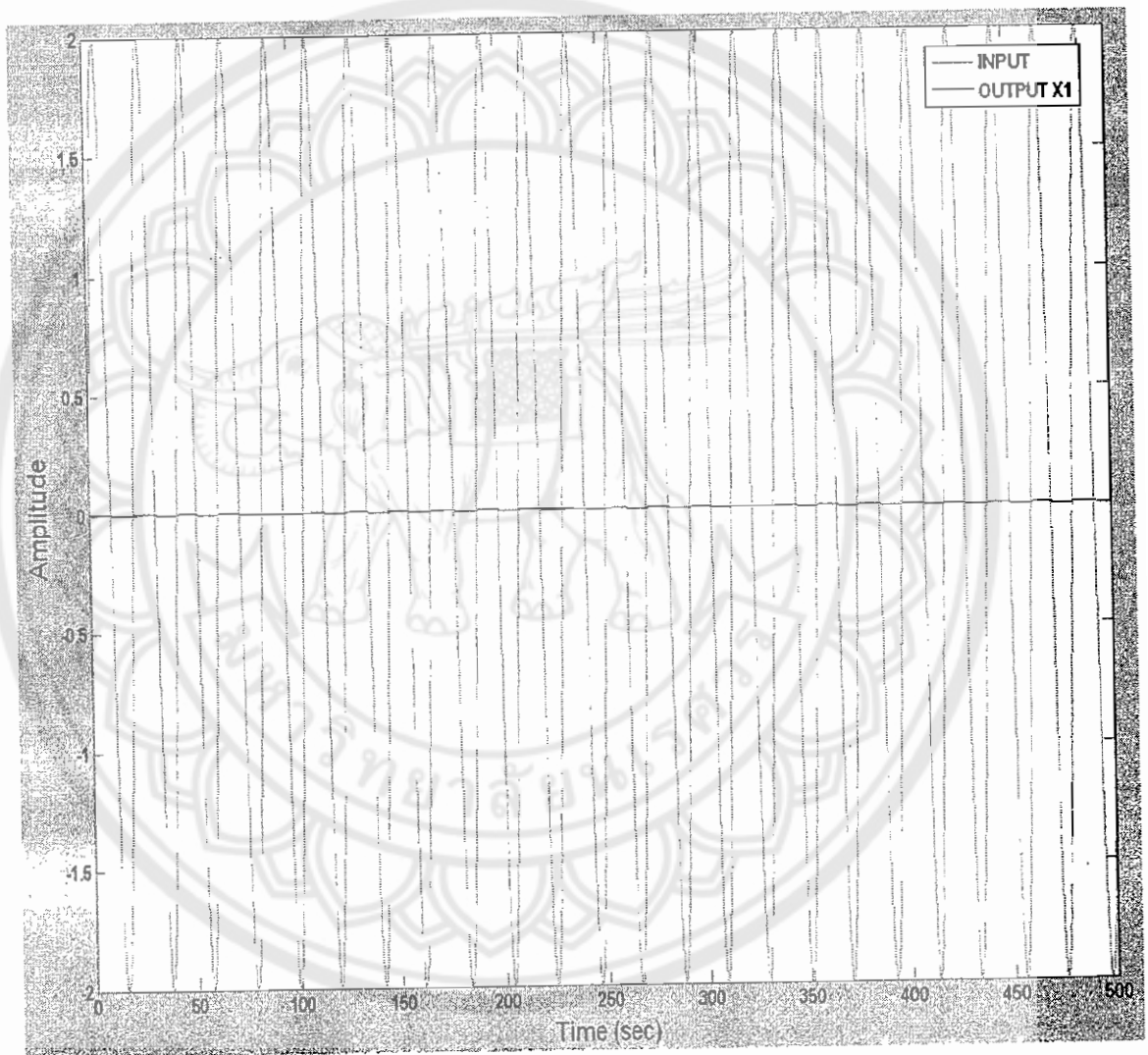
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_{v1} = -1,000$, เกน $g_{p1} = -10,000$, เกน $g_{v2} = 1$, เกน $g_{p2} = 5$ และให้ค่าความถี่ของแหล่งกำเนิด Sine Wave , $\omega = 0.2$ rad/sec และแอมพลิจูดเป็น 2



กราฟที่ 4.21 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 5 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 2

4.2.6 ผลการทดสอบครั้งที่ 6

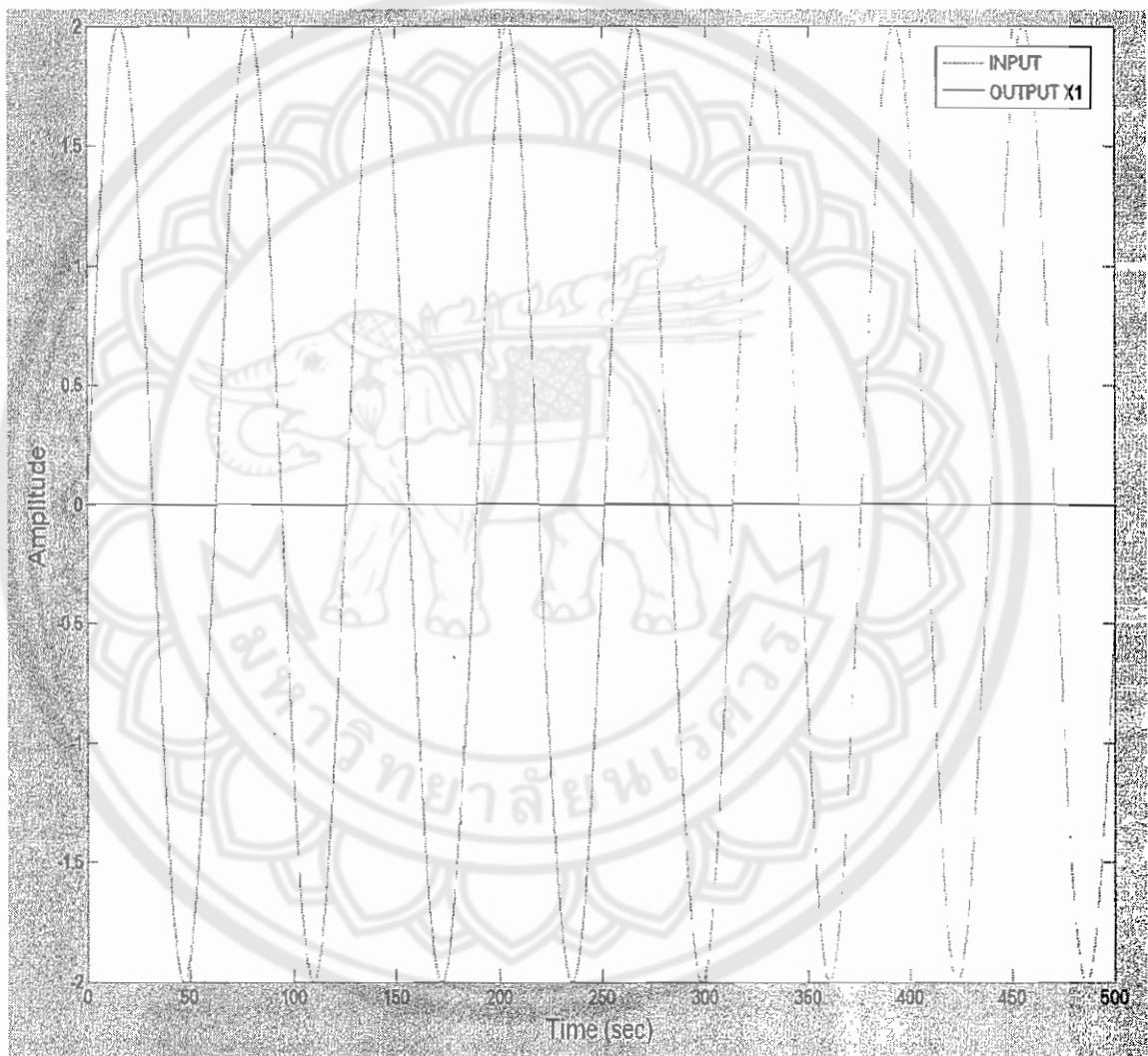
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_{v1} = -1,000$, เกน $g_{p1} = -10,000$, เกน $g_{v2} = 1$, เกน $g_{p2} = 5$ และให้ค่าความถี่ของแหล่งกำเนิด Sine Wave , $\omega = 0.3 \text{ rad/sec}$ และแอมพลิจูดเป็น 2



กราฟที่ 4.22 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 6 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 2

4.2.7 ผลการทดสอบครั้งที่ 7

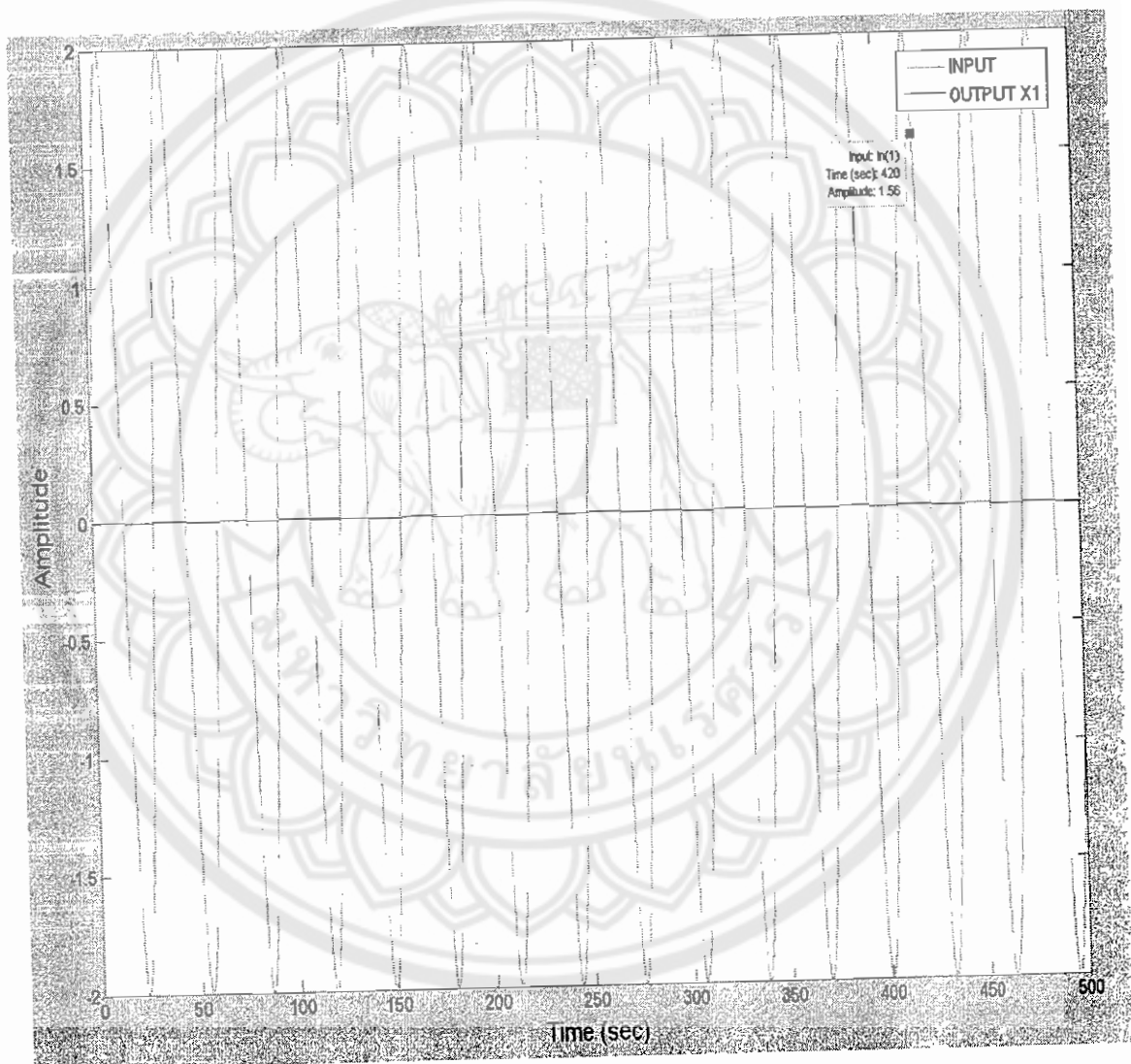
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_{v1} = -3000$, เกน $g_{p1} = -30,000$, เกน $g_{v2} = 1$, เกน $g_{p2} = 5$ และให้ค่าความถี่ของแหล่งกำเนิด Sine Wave , $\omega = 0.1$ rad/sec และแอมพลิจูดเป็น 2



กราฟที่ 4.23 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 7 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 2

4.2.8 ผลการทดสอบครั้งที่ 8

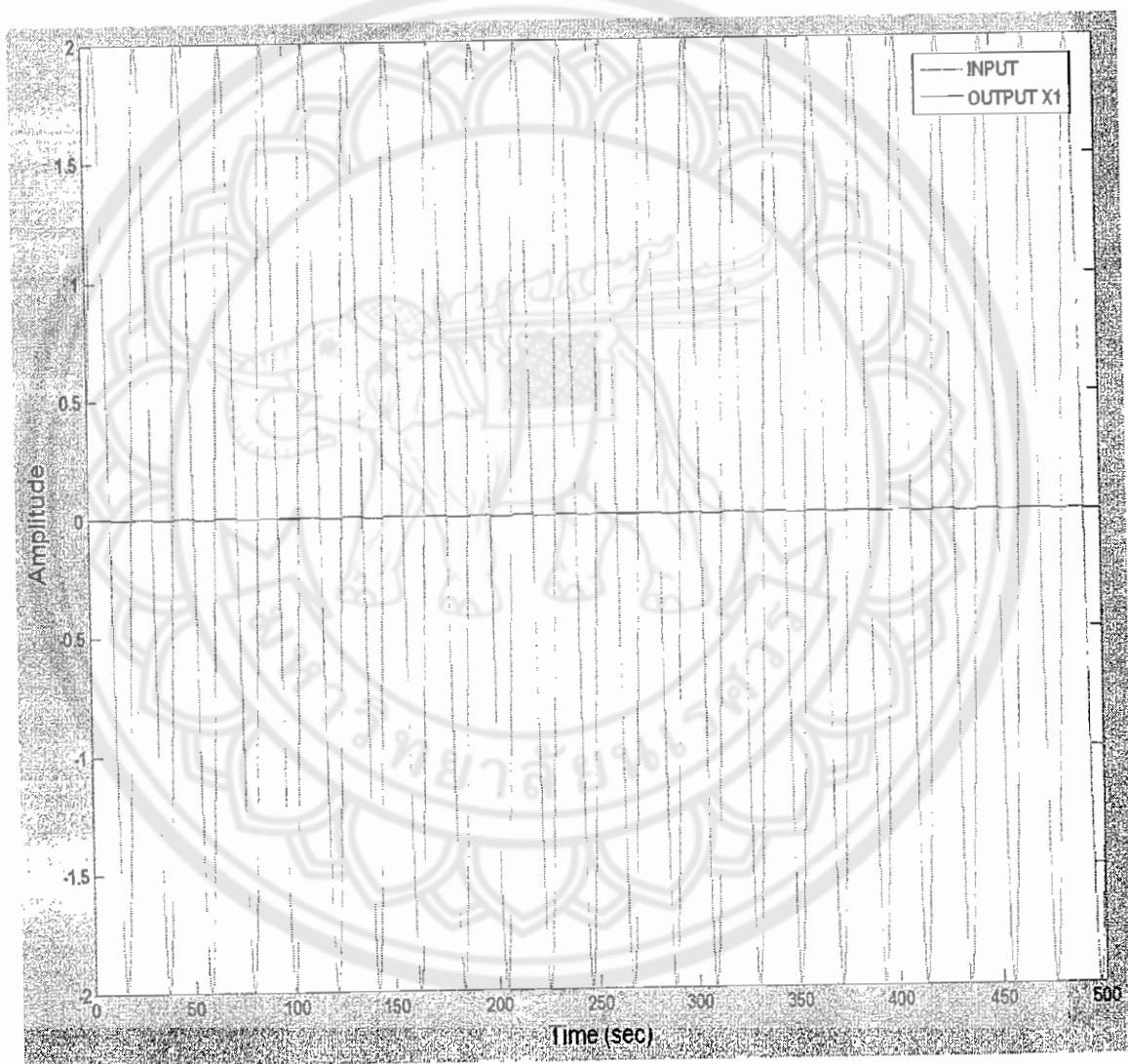
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_{v1} = -3000$, เกน $g_{p1} = -30,000$, เกน $g_{v2} = 1$, เกน $g_{p2} = 5$ และให้ค่าความถี่ของแหล่งกำเนิด Sine Wave , $\omega = 0.2$ rad/sec และแอมพลิจูดเป็น 2



กราฟที่ 4.24 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 8 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 2

4.2.9 ผลการทดสอบครั้งที่ 9

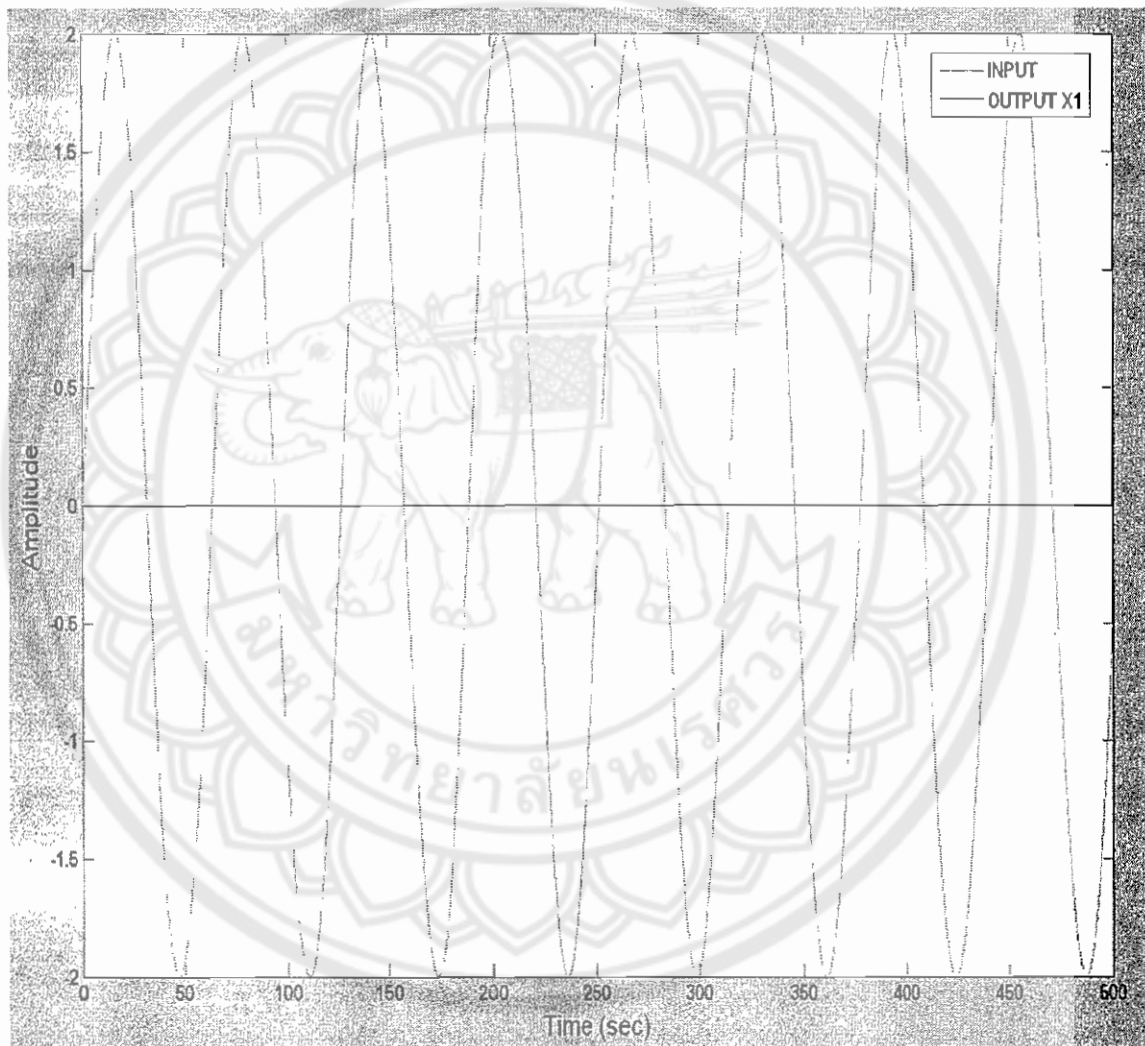
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1=1$, มวล $m_2=5$, ค่าคงที่สปริง $k_1=1$, ค่าคงที่สปริง $k_2=5$ และทำการปรับค่าแกน $g_{v1}=-3000$, แกน $g_{p1}=-30,000$, แกน $g_{v2}=1$, แกน $g_{p2}=5$ และให้ค่าความถี่ของแหล่งกำเนิด Sine Wave , $\omega=0.3$ rad/sec และแอมพลิจูดเป็น 2



กราฟที่ 4.25 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 9 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 2

4.2.10 ผลการทดสอบครั้งที่ 10

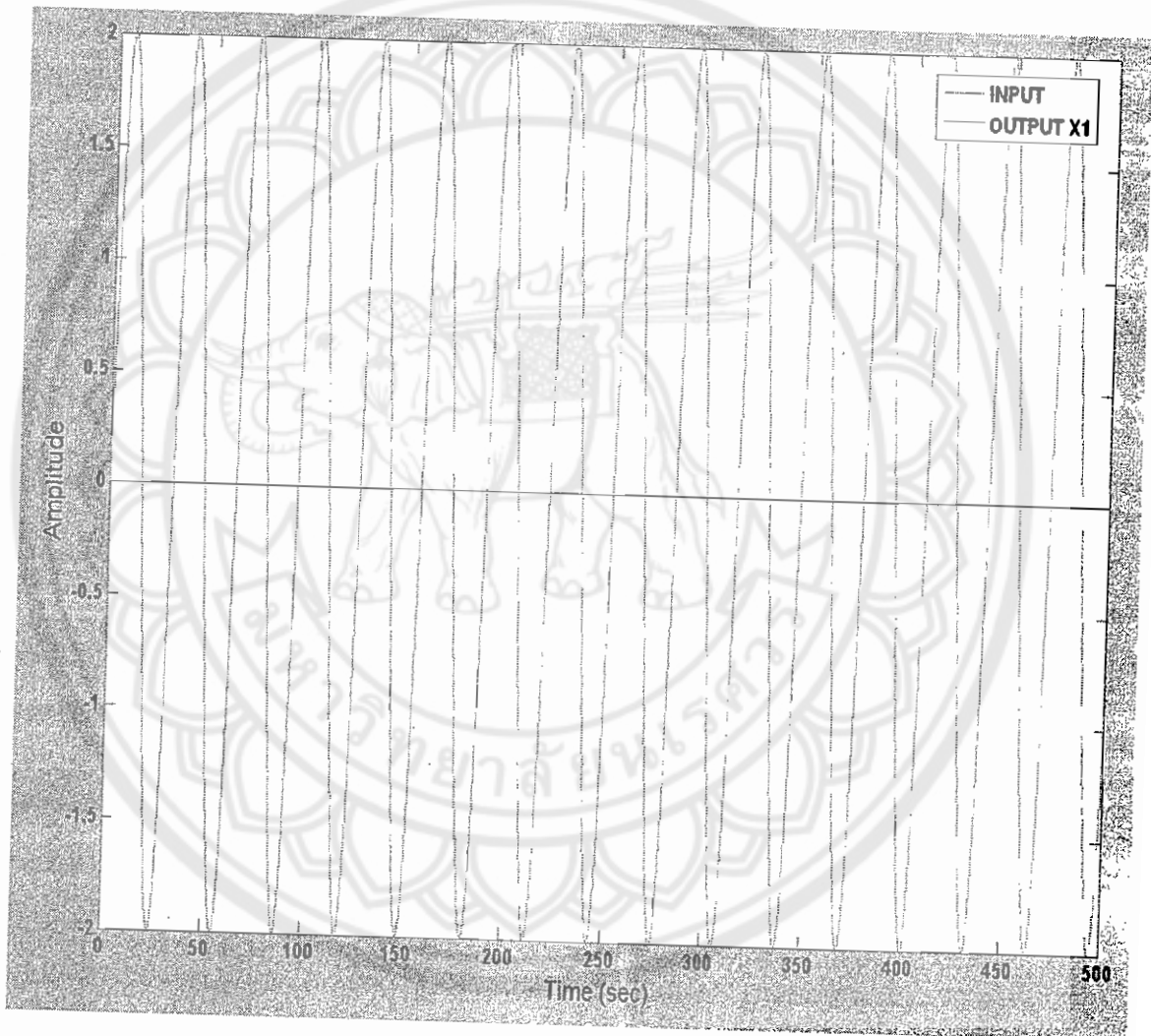
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_{v1} = -5000$, เกน $g_{p1} = -50,000$, เกน $g_{v2} = 1$, เกน $g_{p2} = 5$ และให้ค่าความถี่ของแหล่งกำเนิด Sine Wave , $\omega = 0.1$ rad/sec และแอมพลิจูดเป็น 2



กราฟที่ 4.26 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 10 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 2

4.2.11 ผลการทดสอบครั้งที่ 11

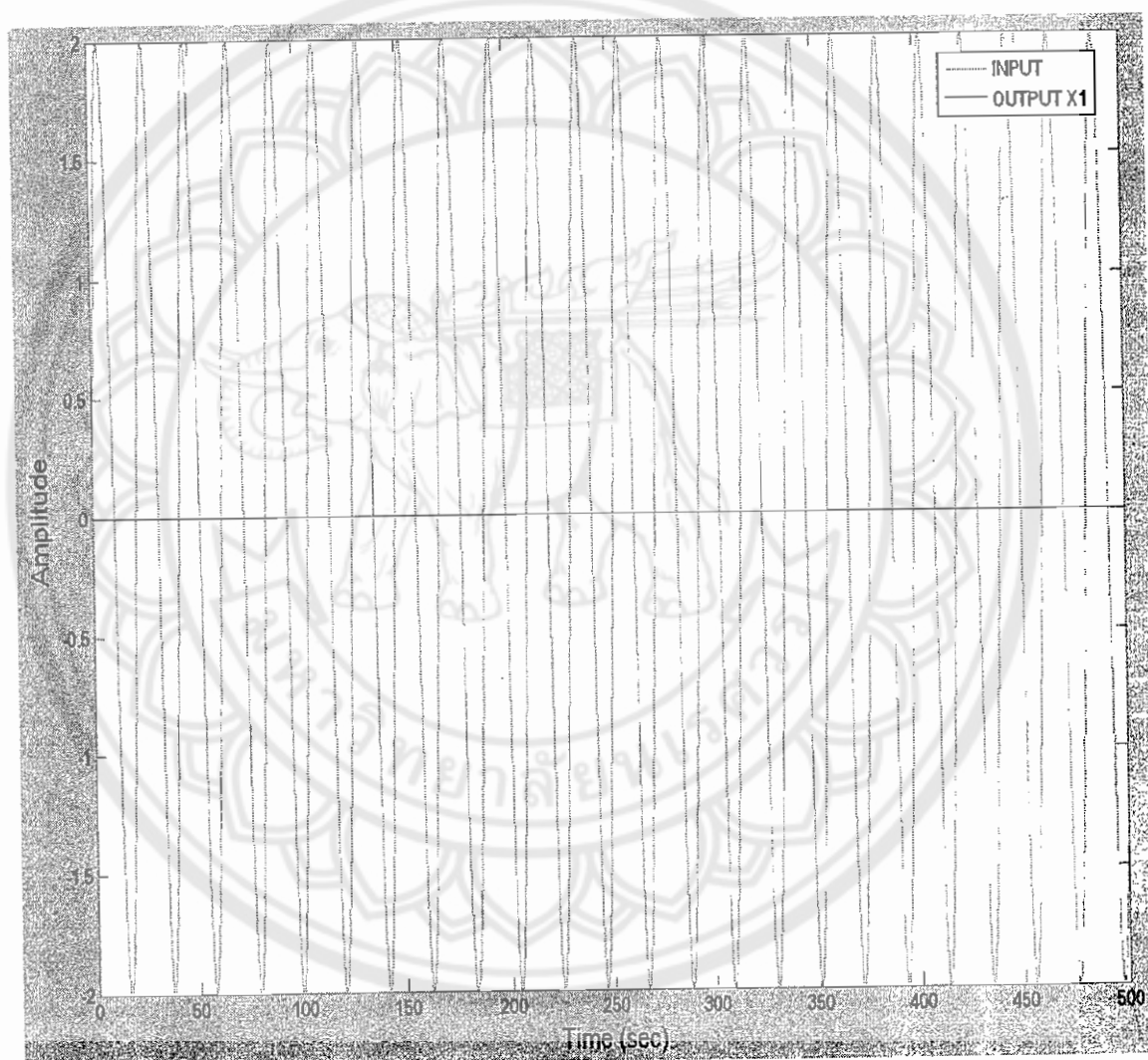
เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_{v1} = -5000$, เกน $g_{p1} = -50,000$, เกน $g_{v2} = 1$, เกน $g_{p2} = 5$ และให้ค่าความถี่ของแหล่งกำเนิด Sine Wave , $\omega = 0.2 \text{ rad/sec}$ และแอมพลิจูดเป็น 2



กราฟที่ 4.27 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 11 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 2

4.2.12 ผลการทดสอบครั้งที่ 12

เมื่อกำหนดให้ มวล $m_1 = 1$, มวล $m_2 = 5$, ค่าคงที่สปริง $k_1 = 1$, ค่าคงที่สปริง $k_2 = 5$ และทำการปรับค่าเกน $g_{v1} = -5000$, เกน $g_{p1} = -50,000$, เกน $g_{v2} = 1$, เกน $g_{p2} = 5$ และให้ค่าความถี่ของแหล่งกำเนิด Sine Wave , $\omega = 0.3$ rad/sec และแอมพลิจูดเป็น 2



กราฟที่ 4.28 แสดงผลการทดสอบครั้งที่ 12 ของแผนแบบควบคุมแบบที่ 2

4.3 วิเคราะห์ผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบตามแผนแบบการควบคุมแบบที่ 1 ซึ่งเราจะพบว่า ค่าแอมพลิจูด X_1 จะลดลง แสดงว่า เมื่อทำการปรับค่าเกน g_a และเกน g_p ให้มีค่าที่ใกล้เคียงค่าคงที่สปริง k_2 และมวล m_2 ระบบตัวดูดซับการสั่นสะเทือนนั้นสามารถหักล้างการสั่นสะเทือนของระบบโครงสร้างหลักได้ และหยุดการสั่นสะเทือนจนหยุดนิ่งเมื่อมีค่าเกน g_a เท่ากับ มวล m_2 และ ค่าเกน g_p เท่ากับ ค่าคงที่สปริง k_2 ซึ่งจะสามารถหักล้างการสั่นสะเทือนได้

ดังนั้นจึงทำการทดสอบตามแผนแบบควบคุมที่ 2 จากผลการทดสอบ เราจะพบว่า เมื่อเราทำการกำหนดให้ค่าเกน ของ $g_{v2} = 0$ และ $g_{p2} = 5$ คงที่ตลอดแค่จะทำการปรับค่าความถี่ที่แหล่งกำเนิดสัญญาณฮาร์มอนิกส์ให้มากขึ้นไปเรื่อยๆและทำการปรับค่าเกน ของ g_{v1} และ g_{p1} โดยที่จะทำการปรับค่าเกนของ g_{v1} และ g_{p1} ให้ค่าเพิ่มมากขึ้น จะเห็นว่า เมื่อทำการปรับค่าเกน ของ g_{v1} และ g_{p1} ให้ยิ่งค่ามากขึ้นจะทำให้ ระบบโครงสร้างหลักมีการแกว่งของแอมพลิจูด X_1 ลดลง แต่ในแผนแบบการควบคุมที่ 2 นั้น ไม่จำเป็นที่ต้องทราบค่าคงที่สปริง k_2 และ มวล m_2