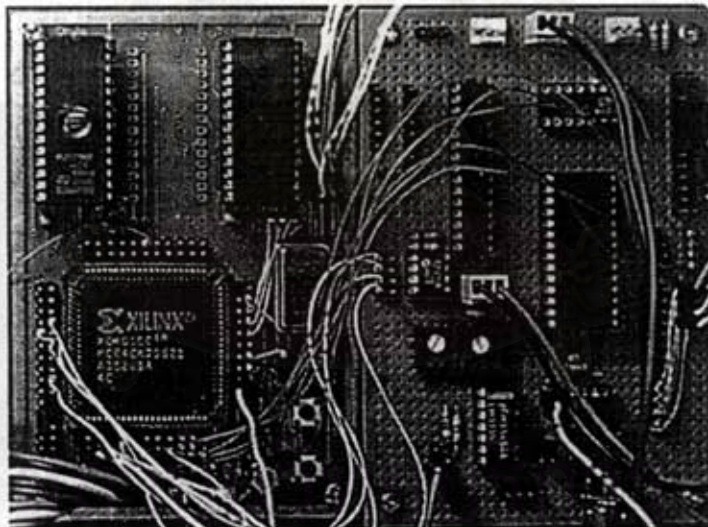


## บทที่ 7

### การทดสอบ และสรุปผล

#### 7.1 การทดสอบการทำงาน

เมื่อได้ทำการออกแบบทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย VHDL ดังรายละเอียดในภาคผนวก ก. พร้อมทั้งจำลองการทำงานแล้ว ได้สังเคราะห์วงจรทั้งหมด, ประกอบบอร์ดต้นแบบ ซึ่งมีรายละเอียดของวงจรแสดงในภาคผนวก ข. และทำการโปรแกรมข้อมูลของ Xilinx FPGA, โปรแกรมการทำงานของทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ และรูปแบบอักษรลงในหน่วยความจำอ่านอย่างเดียว ซึ่งบอร์ดต้นแบบของทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์มีลักษณะดังรูปที่ 7.1

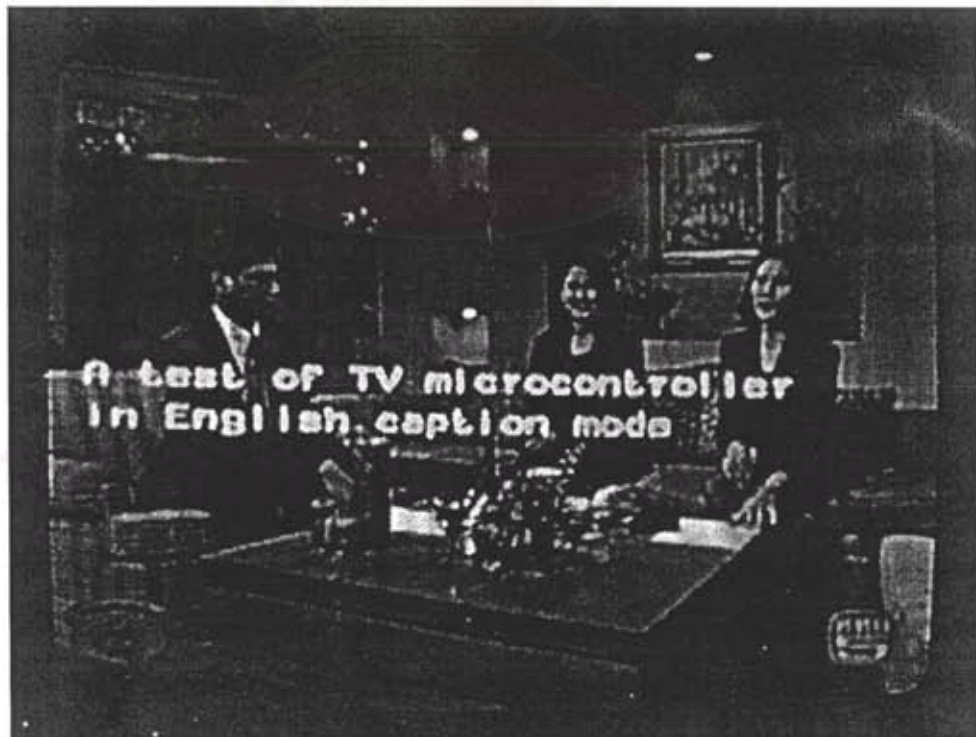


รูปที่ 7.1 บอร์ดต้นแบบของทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์

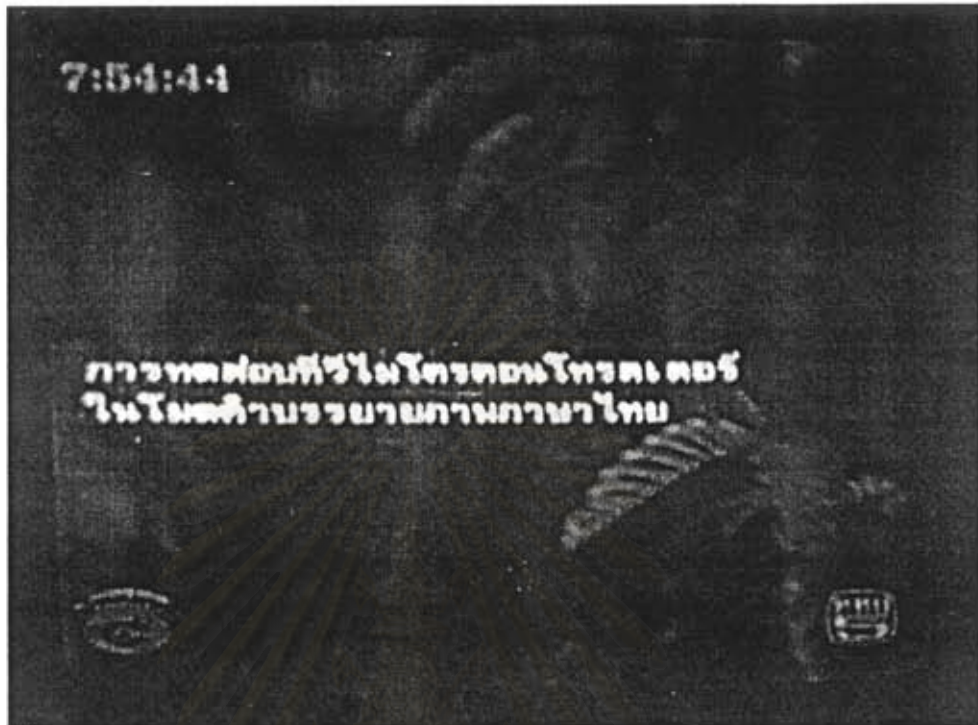
การทดสอบการทำงานของทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยนำต้นแบบที่ออกแบบมาใช้งานแทนทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์เดิมที่ใช้ในโทรทัศน์สี ขนาด 14 นิ้ว รุ่น DT-1416AV II ของบริษัท DiStar ซึ่งเป็นวงจรรวมเบอร์ MN152811DTC แล้วทดสอบการใช้งานฟังก์ชันต่างๆ ของโทรทัศน์ รวมถึงการถอดรหัสคำบรรยายภาพภาษาไทย-อังกฤษแบบซ่อนได้ ด้วยการนำสัญญาณภาพรวมที่มีการแทรกคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้ ป้อนเข้าสู่โทรทัศน์ทางช่อง AV ซึ่งได้ผลการทำงานดังแสดงในรูปที่ 7.2 ถึง 7.4



รูปที่ 7.2 ผลการทดสอบทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมเครื่องรับโทรทัศน์



รูปที่ 7.3 ผลการทดสอบทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ในการแสดงโมดคำบรรยายภาพภาษาอังกฤษ



รูปที่ 7.4 ผลการทดสอบทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ในการแสดงโมดคำบรรยายภาพภาษาไทย

## 7.2 ปัญหาในการทำงาน

วงจรรวม PAL Decoder ภายในเครื่องรับโทรทัศน์ที่ใช้ในการทดสอบ ไม่สามารถแสดงสีดำได้ มีผลทำให้การแสดงคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้ ไม่สามารถแสดงกรอบสีดำที่คำบรรยายภาพตามมาตรฐานได้

## 7.3 สรุป

1. ทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ออกแบบขึ้น จากการทดสอบการทำงาน พบว่าทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถควบคุมเครื่องรับโทรทัศน์ และถอดรหัสคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้ทั้งภาษาไทยและอังกฤษ โดยผู้ใช้สามารถปรับปรุงโปรแกรมการทำงาน และรูปแบบอักขระของตัวอักษรได้สะดวก เพียงทำการแก้ไขข้อมูลภายในหน่วยความจำซึ่งออกแบบให้อยู่ภายนอกชิป

2. ทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งได้ทำการสังเคราะห์วงจรรองบน Xilinx FPGA เบอร์ 4010E-4 มีรายงานของการใช้ทรัพยากรแสดงดังรูปที่ 7.5

Resource	No. Used	Max. Available	%Used
External IOBs	57	61	93 %
Global Buffer IOBs	3	8	37 %
CLBs	367	400	91 %
Total CLB Flops	359	800	44 %
4 input LUTs	578	800	72 %
3 input LUTs	226	400	56 %
OSCILLATOR	1	1	100 %
Primary Clocks	2	4	50 %
Secondary Clocks	4	4	100 %
STARTUP	1	1	100 %

รูปที่ 7.5 รายงานการใช้ทรัพยากรของชิป FPGA

#### 7.4 ข้อเสนอแนะ

1. โปรแกรมควบคุมการทำงานของทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ยังมีจุดที่ควรปรับปรุง และพัฒนาต่อไป เพื่อเพิ่มเติมความสามารถให้ดียิ่งขึ้น ทั้งส่วนของโปรแกรมควบคุมโทรทัศน์ เช่น โปรแกรมปรับช่องสถานีโดยอัตโนมัติ และโปรแกรมถอดรหัสคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้ให้ครบถ้วน และเป็นไปตามมาตรฐานคำบรรยายภาพแบบซ่อนได้

2. ทีวีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ออกแบบขึ้น สามารถพัฒนาเป็นชิปเดี่ยว โดยการนำวงจรรวมที่ใช้เป็นส่วนประกอบอยู่ คือ วงจรแปลงสัญญาณเชิงอนุमानเป็นสัญญาณเชิงเลข, วงจรในส่วนในตัวแยกข้อมูลคำบรรยายภาพ (Data Slicer) และหน่วยความจำเข้าถึงแบบสุ่ม รวมเข้าด้วยกัน โดยมีเพียงหน่วยความจำอ่านอย่างเดียวเท่านั้นที่เป็นชิปภายนอก ทำให้ขนาดของวงจรเล็กลง และสะดวกต่อการใช้งานมากยิ่งขึ้น