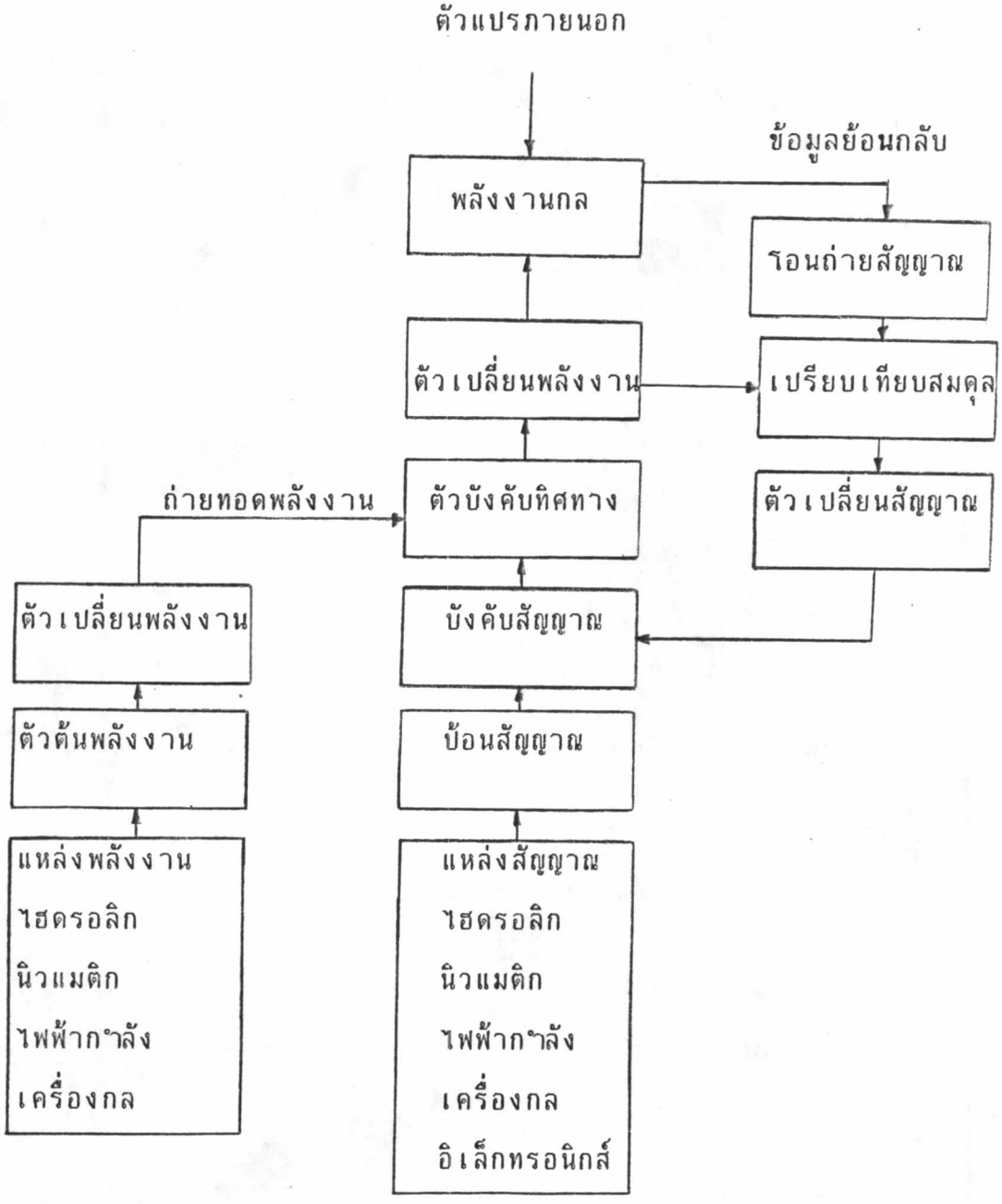
บทที่ 2

เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติ

2.1 หลักการของระบบอัตโนมัติ(6)

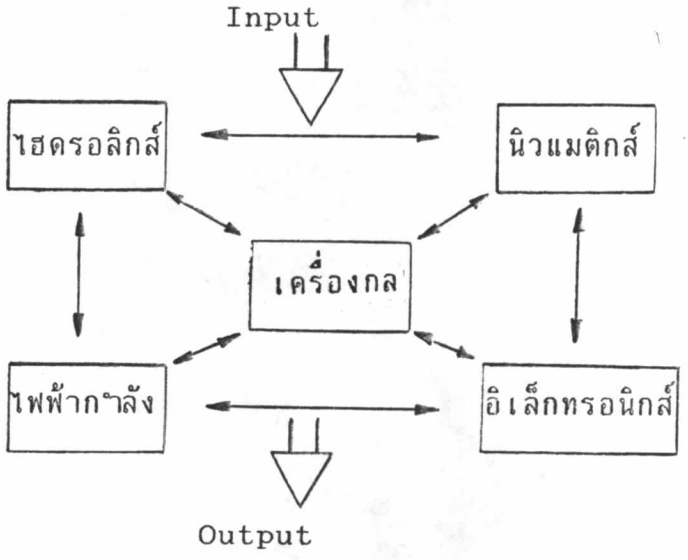
จักรกลอัตโนมัติที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีหลายระบบได้แก่ ระบบเครื่องกล ระบบไฮดรอลิกส์ ระบบนิวแมติกส์ ระบบไฟฟ้ากำลัง และระบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยมีองค์ประกอบพื้นฐานของระบบอัตโนมัติ 2 ประการ คือ แหล่งกำเนิดพลังงาน และแหล่งสัญญาณที่ทำงานประสานกัน การทำงานของระบบ อาศัยการโอนถ่ายสัญญาณ และโอนถ่ายพลังงาน ดังแสดงในแผนภาพรูปที่ 2.1

จากแผนภาพแสดงการเชื่อมโยงสัญญาณ และการโอนถ่ายพลังงานจากแหล่งกำเนิดพลังงานและแหล่งสัญญาณ จะเห็นว่าการทำงานระบบอาศัยหลักสำคัญของการเปลี่ยนรูปของพลังงาน ระหว่างพลังงานไฟฟ้า และพลังงานกล เพื่อให้เกิดการขับเคลื่อนและการบังคับจักรกลให้เปลี่ยนทิศทาง ตามตำแหน่งที่ต้องการ รูปแบบของการทำงานจะต้องมีการรักษาสมดุลในการทำงาน ด้วยการตรวจสอบผลการบังคับการทำงานแบบวงรอบปิด เพื่อไม่ให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ง่าย การจะเลือกให้แหล่งกำเนิดพลังงานใด ขึ้นอยู่กับลักษณะของจักรกลที่นำมาประยุกต์ใช้ซึ่งจะต้องคำนึงถึงด้านความไว กำลัง พลังงานสำรอง ขณะเกิดไฟฟ้าขัดข้อง ความเที่ยงตรง ประสิทธิภาพ รวมทั้งราคา นอกจากนี้การเลือกจักรกลในการส่งผ่านพลังงาน เพื่อให้เกิดการขับเคลื่อน จะต้องเลือกให้เหมาะกับแหล่งพลังงานที่เลือกใช้ด้วย



รูป 2.1 แผนผังการเชื่อมโยงสัญญาณและการรอนถ่ายพลังงาน

บางครั้งจำเป็นต้องใช้ระบบกลอัตโนมัติแบบผสมผสานหลายแบบเข้าด้วยกัน ตามความเหมาะสมของกลไกในจักรกลอัตโนมัติที่ประกอบเข้าด้วยกันเป็นระบบเครื่องจักรอัตโนมัติที่มีกลไกซับซ้อน ดังแผนภาพรูปที่ 2.2



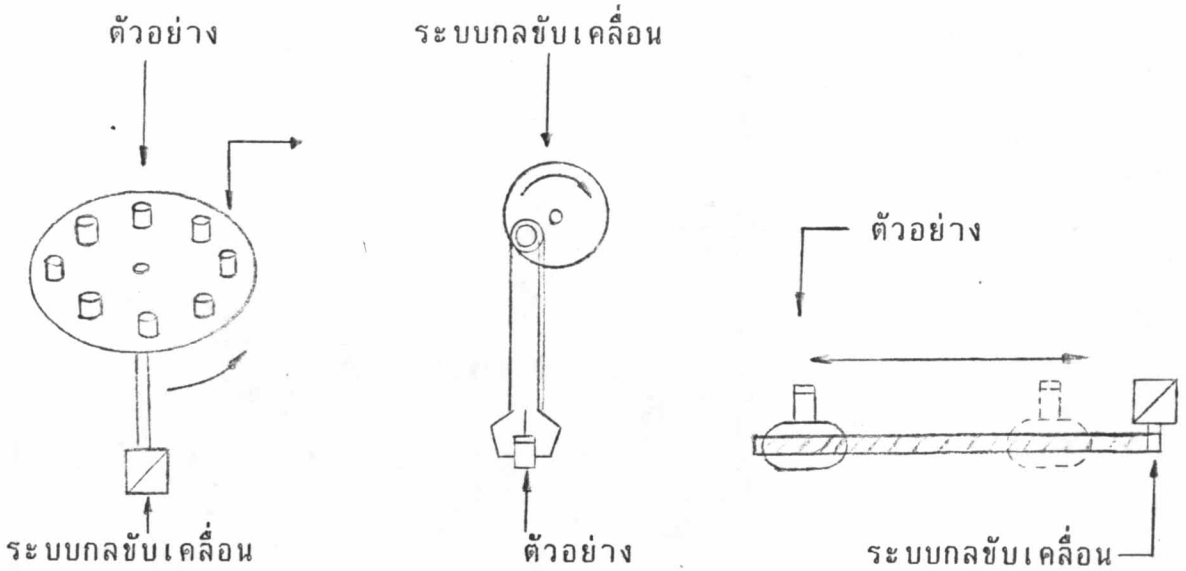
รูป 2.2 แผนภาพระบบอัตโนมัติที่ทำงานแบบผสมผสาน

แต่เดิมมักจะพบการใช้งานระบบอัตโนมัติในวงแคบเฉพาะอุตสาหกรรมการผลิตเท่านั้น แต่เนื่องจากพัฒนาการด้านเทคโนโลยี ทำให้อุปกรณ์กลสำหรับจักรกลอัตโนมัติมีขนาดเล็กลง และให้การทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจน การติดต่อทางสัญญาณไฟฟ้าระหว่างจักรกล และระบบสมองกลอิเล็กทรอนิกส์เป็นไปได้ง่าย ทำให้ระบบการทำงานอัตโนมัติเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของมนุษย์ทั้งด้านสำนักงาน และห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทั่วไปอย่างกว้างขวาง จนกระทั่งกลายเป็นสิ่งจำเป็นที่ขาดไม่ได้

2.2 เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติ (Auto Sample Changer) ในงานวิทยาศาสตร์

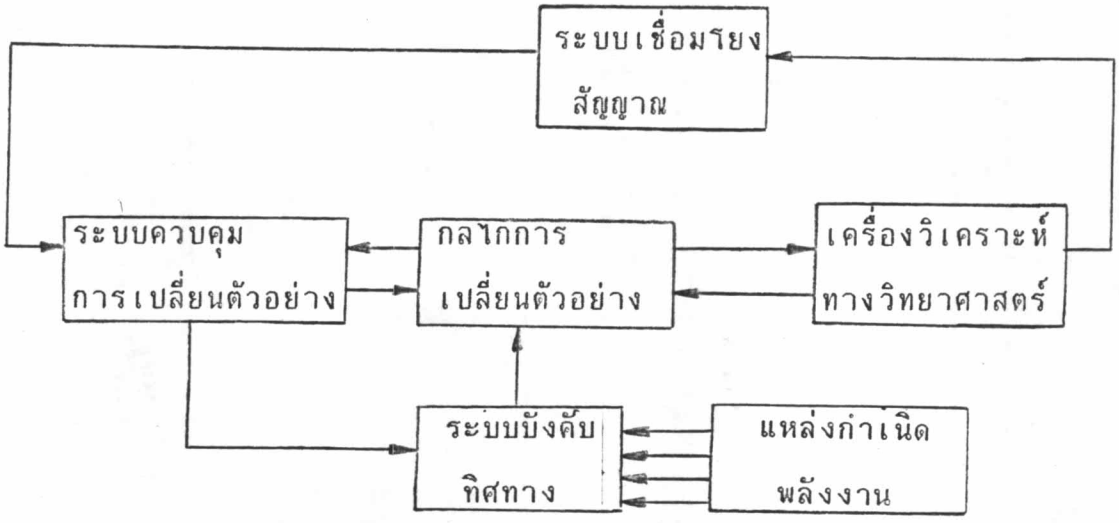
การนำระบบอัตโนมัติเข้ามาใช้กับระบบงานทางวิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยแบ่งเบาภาระการทำงานของผู้ปฏิบัติงานให้สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องลดความผิดพลาดลงและเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานให้สูงขึ้น โดยผู้ปฏิบัติงานมีหน้าที่เพียงบังคับกลไกการทำงานและดูแลการทำงานของระบบอัตโนมัติให้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ โดยเฉพาะงานในห้องปฏิบัติการศึกษาวิจัยด้านวิทยาศาสตร์นั้นมีความจำเป็นต้องใช้เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติ เพราะงานด้านการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างมีตัวอย่างจำนวนมาก และต้องใช้เครื่องมือวัดอย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ทำให้เสียเวลารอคอยเปลี่ยนตัวอย่าง อีกทั้งงานบางอย่างจะต้องระวังเรื่องสารที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกาย ได้แก่สารพิษสารที่ก่อให้เกิดมะเร็ง และสารกัมมันตรังสี เป็นต้น งานวิเคราะห์เหล่านี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ระบบกลสำหรับการเปลี่ยนตัวอย่างเข้าช่วยในการวัด และวิเคราะห์ จึงเป็นสาเหตุให้มีการพัฒนาและผลิตระบบเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติเป็นชุดติดมากับเครื่องวิเคราะห์รุ่นใหม่ ๆ ที่ได้พบเห็นกันทั่วไป ในงานวิเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์

เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติ อาศัยการประยุกต์ระบบกลและระบบควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ หรือระบบคอมพิวเตอร์ เข้าร่วมกันทำงานแบบต่อเนื่องอัตโนมัติ รูปแบบของเครื่องเปลี่ยนตัวอย่างจะได้รับการออกแบบเพื่อความต้องการของงาน เช่น ระบบจานหมุนตัวอย่าง ระบบมือกลจ่ายตัวอย่าง ระบบเฟืองขับเลื่อนตัวอย่าง ดังรูปที่ 2.3 ก, ข และ ค



รูป 2.3 ระบบการเปลี่ยนตัวอย่าง

โครงสร้างของเครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติประกอบด้วยอุปกรณ์หลักดังนี้ คือ กลไกการเปลี่ยนตัวอย่าง ภาชนะบรรจุตัวอย่าง ระบบเชื่อมโยงสัญญาณ ระบบควบคุมการเปลี่ยนตัวอย่าง และแหล่งกำเนิดพลังงานดังแสดงในแผนภาพรูปที่ 2.4 ระบบเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติจะทำงานในลักษณะวงรอบปิด โดยอาศัย สัญญาณบังคับผ่านระบบเชื่อมโยงสัญญาณ แต่ละวงรอบของการวัดจะเริ่มต้น และสิ้นสุดด้วยการบังคับของระบบควบคุมการเปลี่ยนตัวอย่าง ซึ่งรับสัญญาณจากเครื่องมือวัดทางวิทยาศาสตร์ ในขณะที่กลไกของการเปลี่ยนตัวอย่างพร้อมที่จะรับและจ่ายตัวอย่างให้กับหน่วยวัดของเครื่องมือเหล่านั้น การทำงานต่อเนื่องดังกล่าวจะทำให้ตัวอย่างจำนวนมาก ได้รับการวิเคราะห์และรายงานผลโดยอัตโนมัติ จนกระทั่งหมดชุด ผู้ปฏิบัติงานจึงจะเข้ามาเริ่มเตรียมงานให้กับเครื่องวิเคราะห์ใหม่ ทำให้ลดภาระและใช้เวลาที่เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างทำงานวิเคราะห์ไปทำงานอื่น เช่น เตรียมตัวอย่างชุดใหม่ หรือคำนวณผลวิเคราะห์เป็นต้น

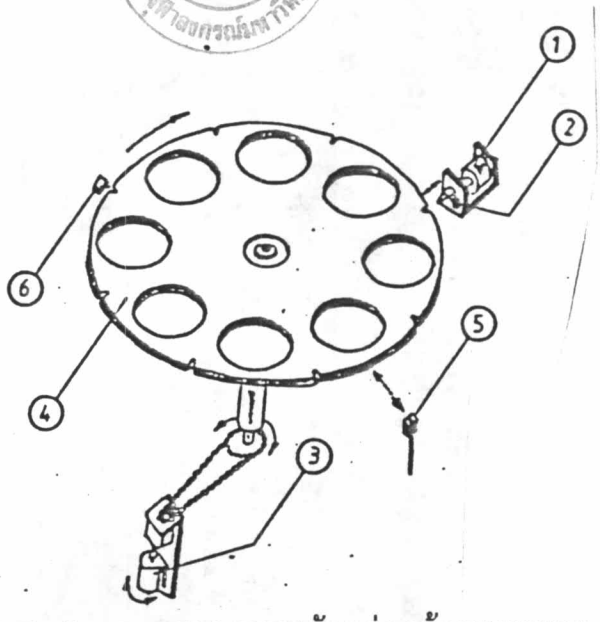


รูปที่ 2.4 แผนภาพการทำงานของเครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติ

2.3 เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติแบบต่าง ๆ

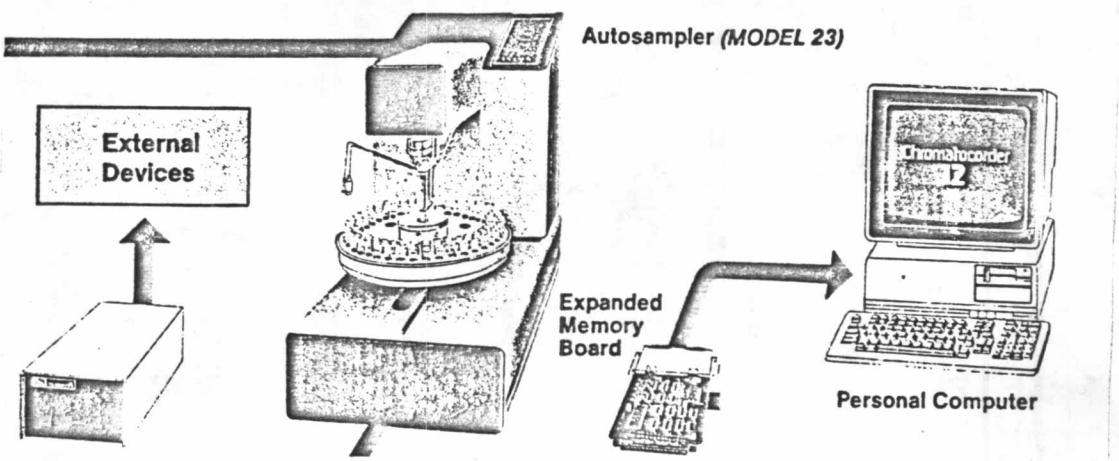
เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างที่มีการพัฒนาและผลิตขึ้นใช้แล้วนั้นมีอยู่หลายชนิด ผู้วิจัยได้เลือกศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติสำหรับระบบวัดแกมมาสเปคโตรเมตรี บางส่วนดังนี้

2.3.1 เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างโดยใช้จานหมุนตัวอย่างในวิทยานิพนธ์ของนาย แสงโรจน์ ภววงษ์ศักดิ์ เรื่อง เครื่องวิเคราะห์รังสีเอกซ์ด้วยต้นกำเนิดรังสีกระตุ้นแบบสี่ไอโซโทป ปี พ.ศ.2531 ซึ่งระบบนี้จะใช้ระบบสายพานหมุนก้านเพลาเพื่อเปลี่ยนตำแหน่งและควบคุมตำแหน่ง ด้วยสลักแม่เหล็กไฟฟ้า



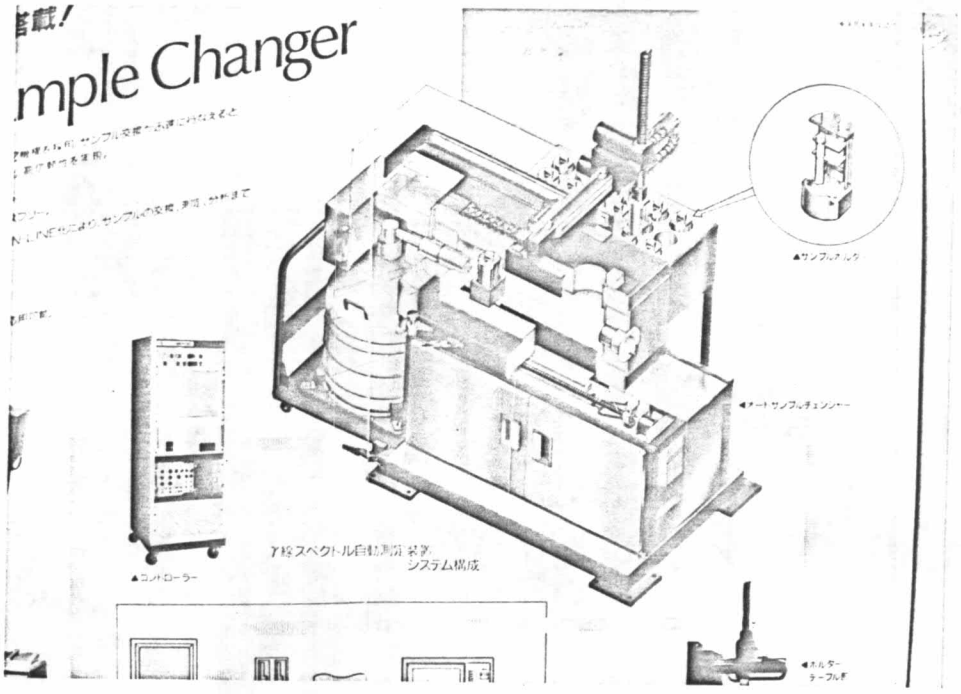
รูป 2.5 ระบบจากหมุนตัวอย่างด้วยสายพาน

2.3.2 เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างที่เป็นของเหลวบรรจุในหลอดของรุ่น 23 ของบริษัท Alphatech Corporation ดังรูป 2.6 การเปลี่ยนตัวอย่างเป็นแบบจานหมุน สารตัวอย่างฉีดเข้าเครื่องวัดโดยก้านสูบสารตัวอย่างเคลื่อนลงมายังภาชนะและสูบตัวอย่าง เมื่อสิ้นสุดการวัดก็จะเปลี่ยตัวอย่างหลอดใหม่เข้าแทนที่



รูปที่ 2.6 ระบบจานหมุนตัวอย่าง ของ Auto sampler (Model 23)

2.3.3 เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติ ของบริษัท Yoshizawa Kiko



รูป 2.7 เครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติ Auto sample Changer

จากรูป 2.7 เป็นเครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติสำหรับระบบวิเคราะห์แกมมาสเปคโตรเมตรีซึ่งผลิตเป็นเชิงพาณิชย์ ประกอบด้วยระบบกลในการจับตัวอย่างขึ้นลงในแนวดิ่ง และระบบกลในการนำส่งตัวอย่างเพื่อเข้าสู่ระบบวัด ซึ่งทั้งสองระบบนี้ ใช้การขับเคลื่อนด้วย เฟืองตัวหนอนและระบบสายพาน

จากการศึกษากลไกและรูปแบบการเปลี่ยนตัวอย่างของระบบเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติทั่วไป พบว่ากลไกขับเคลื่อนระบบกล นิยมใช้ระบบเฟืองและมอเตอร์ ทั้งนี้เนื่องจากอุปกรณ์ของระบบเฟืองขับจัดหาและสร้างได้ง่าย เมื่อเทียบกับระบบอื่น ๆ สำหรับเครื่องเปลี่ยนตัวอย่างอัตโนมัติสำหรับระบบแกมมาสเปคโตรเมตรีจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางด้านรังสี จากตัวอย่างและระบบกล ในการปิดเปิดถ้ำสำหรับ หัววัดรังสีแกมมา เพื่อให้การทำงานสอดคล้องเป็นระบบเดียวกัน และมีการควบคุมการทำงานด้วยระบบอิเล็กทรอนิกส์