

บทที่ 5

ผลการวิจัย



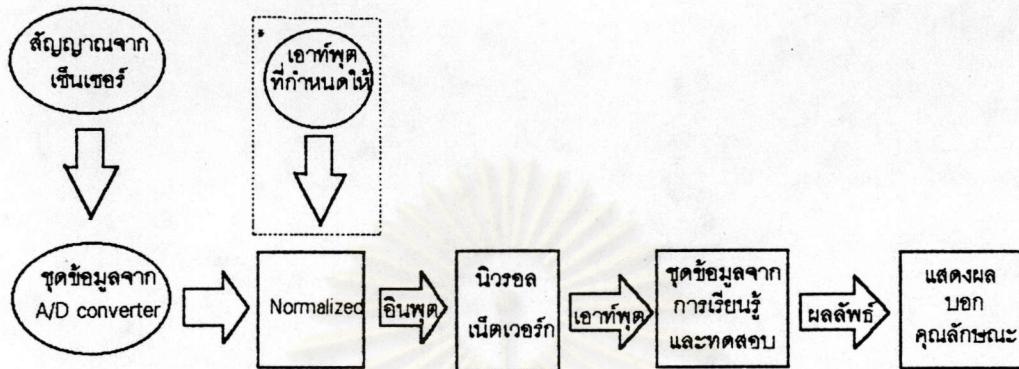
บทนี้กล่าวถึงลักษณะของสัญญาณจากการวัดสารตัวอย่างที่วัดได้จากระบบตรวจวัด  
ก๊าซที่ได้จัดสร้างขึ้นให้ระบบนิเวศเน็ตเวิร์กและผลการเรียนรู้และการทดสอบสารตัวอย่างโดย  
วิธี Back-propagation

### การป้อนข้อมูลให้กับระบบนิเวศเน็ตเวิร์ก

สัญญาณจากการวัดสารตัวอย่างที่วัดได้จากระบบตรวจวัดก๊าซจะถูกแปลงสัญญาณ  
จากแอนาล็อกเป็นดิจิตอลโดยวงจรแปลงสัญญาณ ชุดข้อมูลสัญญาณที่วัดได้จะถูกแสดงบนจอ  
คอมพิวเตอร์และเก็บไฟล์ข้อมูลโดยซอฟต์แวร์ ชุดข้อมูลสัญญาณจะนำค่าแรงดันไฟฟ้าที่สูงสุด  
ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เวลา 1 นาที 57 วินาที และค่าแรงดันไฟฟ้าที่เวลา 3 นาที ของหัวตรวจวัดทั้ง  
สามตัว หลังจากนั้นค่าแรงดันไฟฟ้าทั้งหมดจะถูกนำมาลดขนาดให้เหลือ 0.1 เท่าจากค่าแรงดันไฟ  
ฟ้าเดิม และข้อมูลเอาต์พุตเป้าหมาย จะถูกกำหนดให้เป็นเลขไบนารีแทนชื่อของสารตัวอย่าง ชุด  
ข้อมูล(pattern)ที่ได้จะถูกส่งให้ระบบนิเวศเน็ตเวิร์กเรียนรู้ เมื่อระบบนิเวศเน็ตเวิร์กเรียนรู้  
เรียบร้อยแล้วจากนั้นจะนำชุดข้อมูลที่ต้องการทราบชนิดของสาร(ชุดข้อมูลที่ไม่มีค่าเอาต์พุตเป้า  
หมาย)มาทำการทดสอบในระบบนิเวศเน็ตเวิร์กเพื่อทราบถึงชนิดของสารนั้นๆ ดังแสดงในรูปที่  
5.1

รายละเอียดของการวัดสัญญาณสารตัวอย่างและการป้อนข้อมูลให้กับระบบ  
นิเวศเน็ตเวิร์กจะแบ่งออกเป็นข้อดังต่อไปนี้ คือ





รูปที่ 5.1 โครงสร้างส่วนประกอบในการป้อนข้อมูล

### 5.1 สัญญาณจากการวัดสารตัวอย่าง

การวัดสารตัวอย่างจะทำการวัดพร้อมกันหมดทั้งสามหัวตรวจวัดก๊าซ สัญญาณของแต่ละหัวตรวจวัดก๊าซจะให้ผลของสัญญาณต่างกัน การวัดแต่ละครั้งจะเริ่มจากเปิดให้ก๊าซพาหีไหลผ่านไปยังโฟลว์เซลล์โดยตรงเป็นเวลา 30 วินาที เมื่อต้องการวัดสารตัวอย่างจะเปิดให้ก๊าซพาหีไหลผ่านไปยังบีกเกอร์ซึ่งใส่สารตัวอย่างอยู่ ก๊าซพาหีจะพาไอระเหยของสารตัวอย่างผ่านไปยังโฟลว์เซลล์เป็นเวลา 1 นาที 30 วินาที หลังจากนั้นจะเปิดให้ก๊าซพาหีไหลผ่านไปยังโฟลว์เซลล์เป็นเวลา 2 นาที ดังนั้นการวัดสารตัวอย่างแต่ละครั้งจะใช้เวลา 4 นาที จากรูปที่ 5.2 ถึง 5.14 แต่ละรูปจะวัดซ้ำกัน 5 ครั้ง ( แทน 1-TGS800, 2-TGS813 และ 3-TGS822 ) เงื่อนไขในการวัดสารตัวอย่างได้แสดงไว้ในตารางที่ 5.1

สารตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองการตรวจวัดก๊าซจะคำนึงถึง 1) มาตรฐานของสารตัวอย่างกล่าวคือสารตัวอย่างควรมีมาตรฐานส่วนประกอบของสารละลายระบุชัดเจนเพื่อให้เป็นข้อมูลมาตรฐานที่ป้อนให้ระบบนิเวศเน็ตเวิร์กเรียนรู้ 2) ผลอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

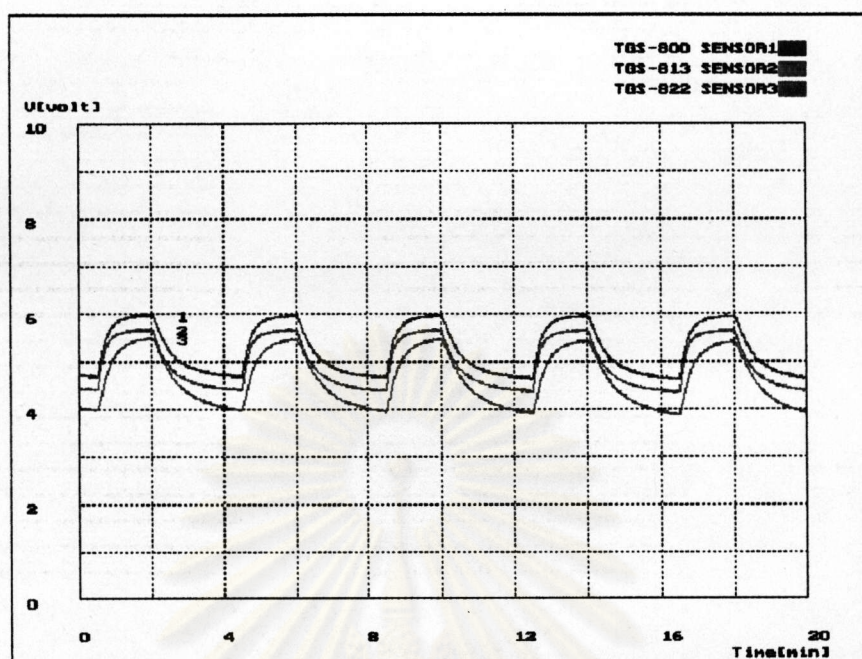
\* ในกรอบเส้นปะ หมายถึง เฉพาะชุดข้อมูลที่ใช้ทำการเรียนรู้เท่านั้น



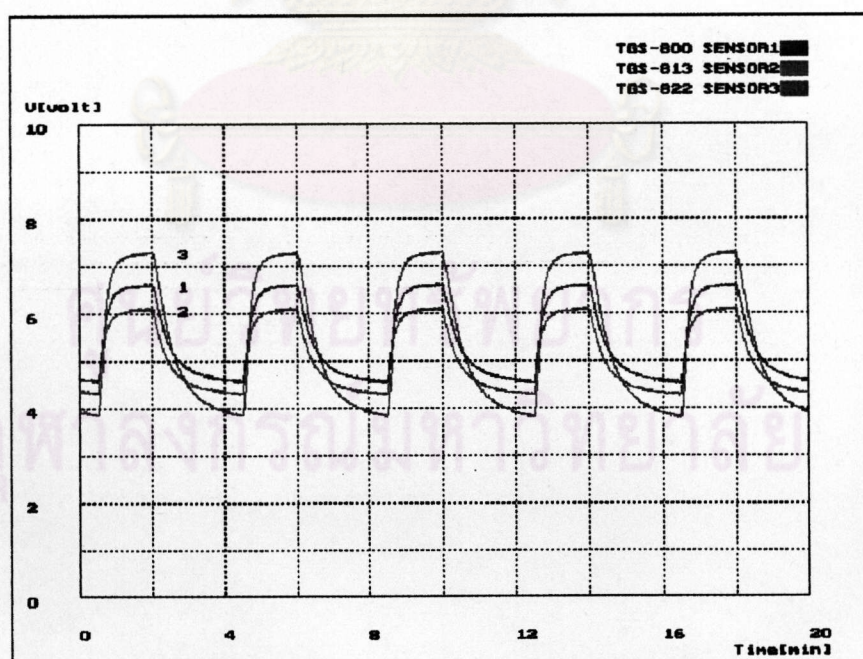
ตารางที่ 5.1 เงื่อนไขของระบบสำหรับทดลองการตรวจวัดก๊าซ

เงื่อนไข	หัวตรวจวัดก๊าซ		
	TGS-800	TGS-813	TGS-822
$V_{bias}$ (V)	9		
$V_{heat}$ (V)	5		
$R_{LOAD}$ ( $\Omega$ )	82K	47K	47K
ก๊าซพาร์	ออกซิเจนและไนโตรเจน		
อัตราการไหลของ ก๊าซพาร์(ml/min)	ออกซิเจน 40 ml/min และ ไนโตรเจน 160 ml/min		
สารตัวอย่าง	1. น้ำบริสุทธิ์ 2. สารละลายเอทิลแอลกอฮอล์( $C_2H_5OH$ 99.7%) 0.01% ,0.03% ,0.05% ,0.07% และ0.1%v/v ในน้ำบริสุทธิ์ 3. สารละลายอะซิโตน ( $CH_3COCH_3$ 99.8%) 0.01% ,0.03% ,0.05% ,0.07% และ 0.1%v/v ในน้ำบริสุทธิ์ 4. สารละลายแอมโมเนีย ( $NH_3$ 35% d= 0.88 g/ml) 0.01% ,0.03% ,0.05% ,0.07% และ0.1%v/v ในน้ำบริสุทธิ์ 5. สารละลายอะซีตัลดีไฮด์ ( $CH_3CHO$ 99%) 0.01% ,0.03% ,0.05% ,0.07% และ0.1%v/v ในน้ำบริสุทธิ์		
ปริมาตรสาร ตัวอย่างที่ใช้วัด	25 ml ในขวดรูปชมพู่ขนาด 50 ml		



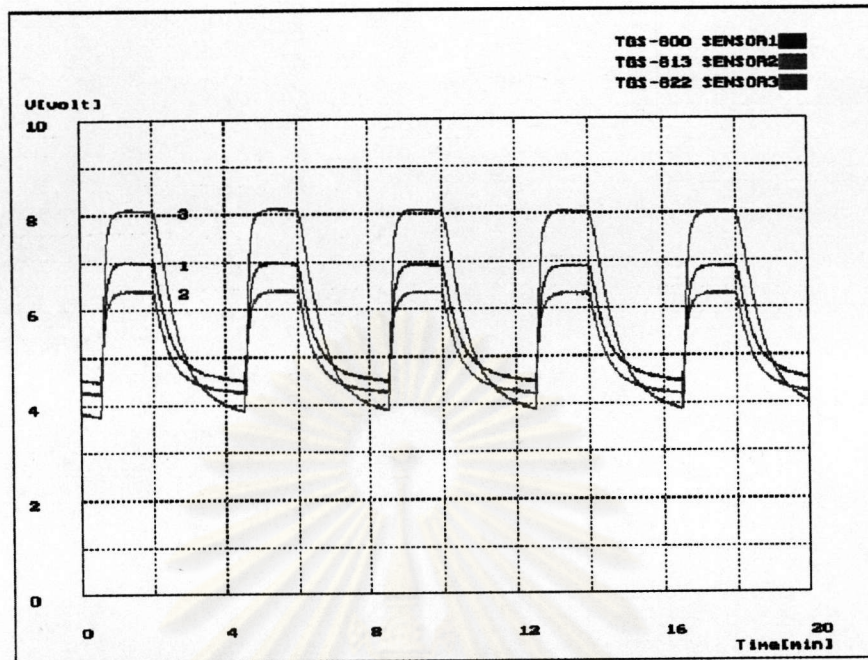


รูปที่ 5.2 ผลการวัดน้ำบริสุทธิ์

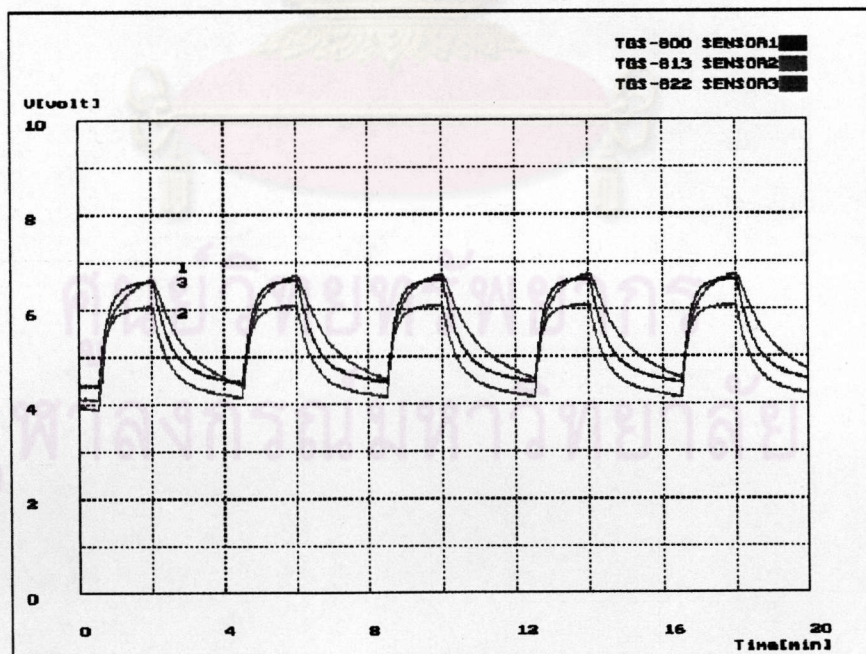


รูปที่ 5.3 ผลการวัดสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 0.01 %v/v(100 ppm)



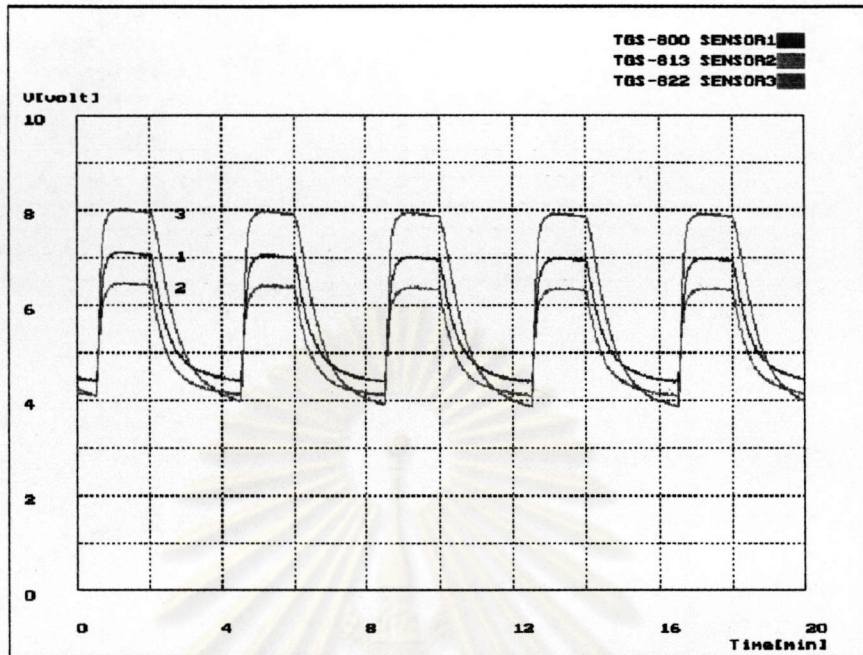


รูปที่ 5.4 ผลการวัดสารละลายอะซิโตน ความเข้มข้น 0.01 %v/v(100 ppm)

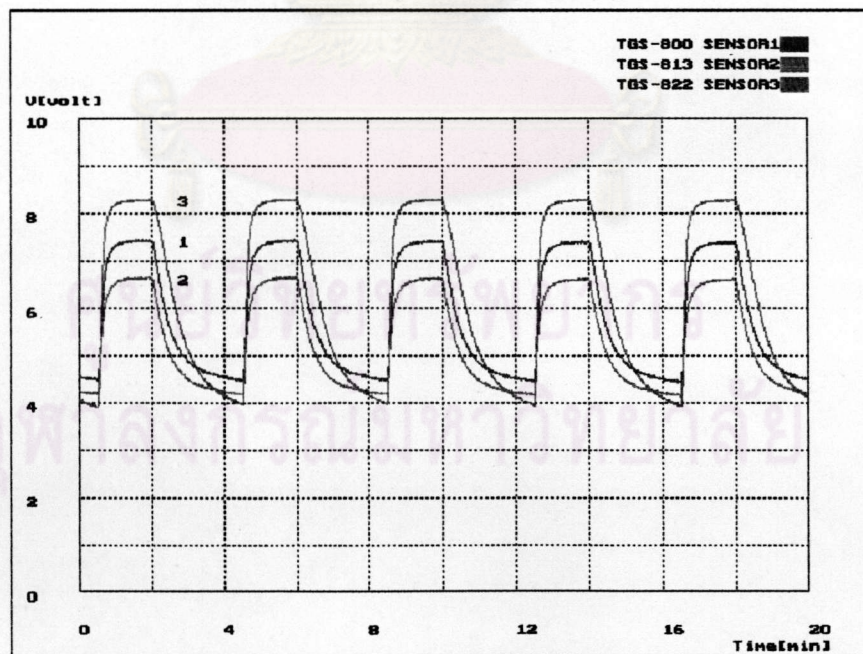


รูปที่ 5.5 ผลการวัดสารละลายแอมโมเนีย ความเข้มข้น 0.01 %v/v(100 ppm)



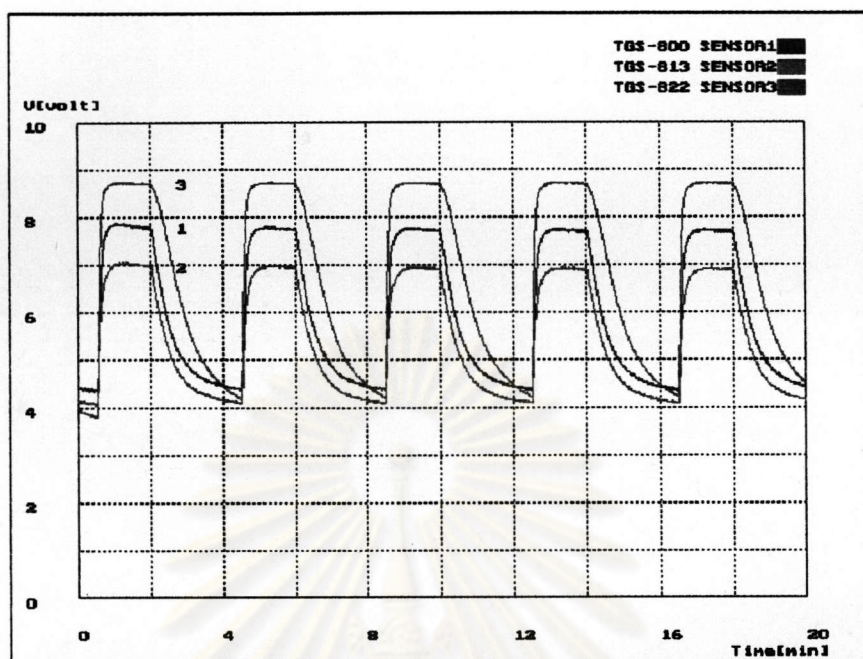


รูปที่ 5.6 ผลการวัดสารละลายอะซิโตนดีไฮด์ 0.01 %v/v(100 ppm)

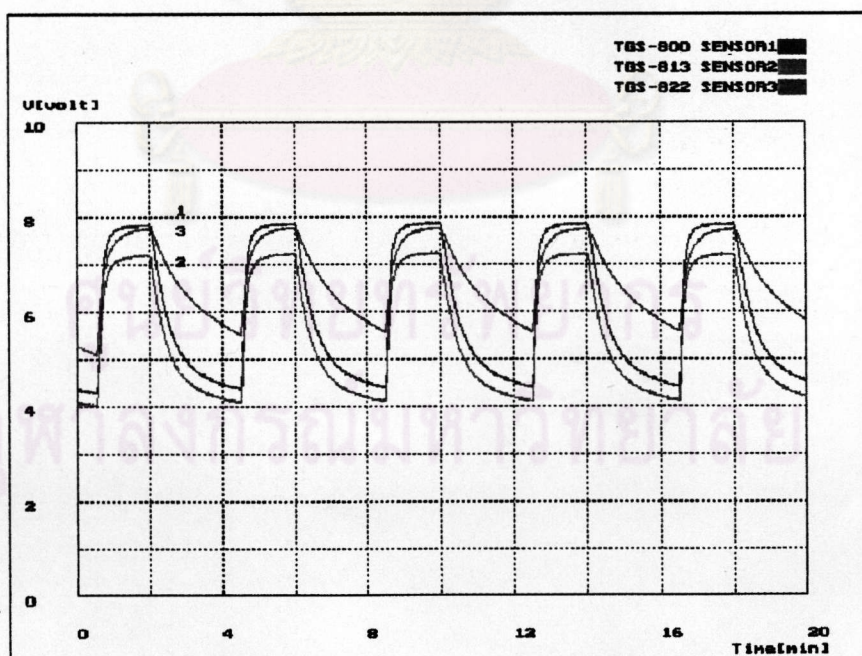


รูปที่ 5.7 ผลการวัดสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 0.05 %v/v(500 ppm)



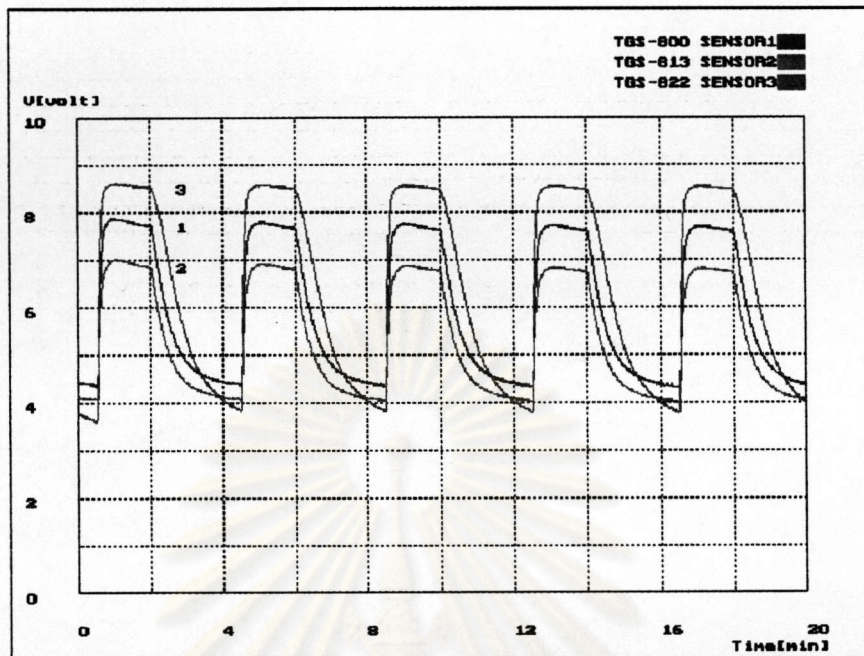


รูปที่ 5.8 ผลการวัดสารละลายอะซิโตน ความเข้มข้น 0.05 %v/v(500 ppm)

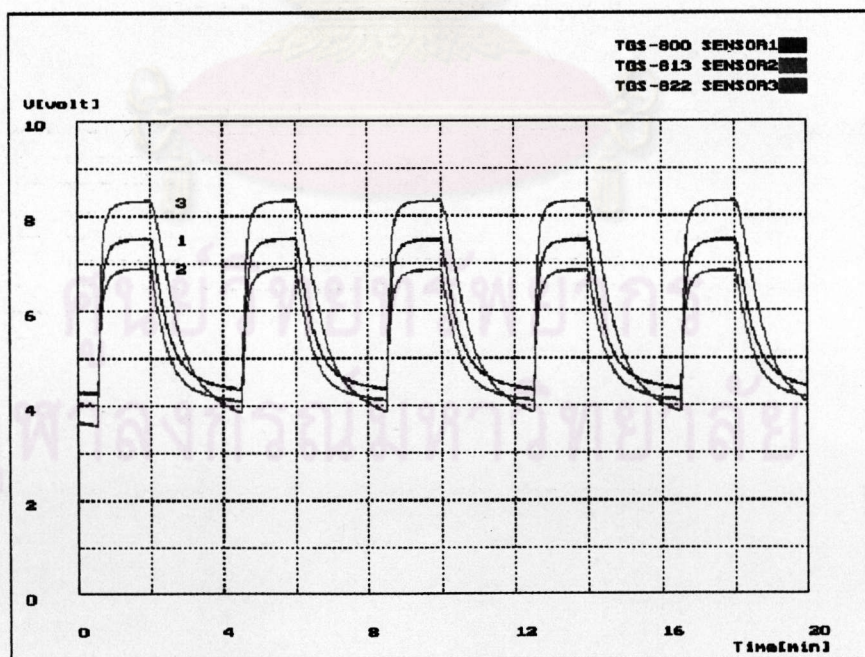


รูปที่ 5.9 ผลการวัดสารละลายแอมโมเนีย ความเข้มข้น 0.05 %v/v(500 ppm)



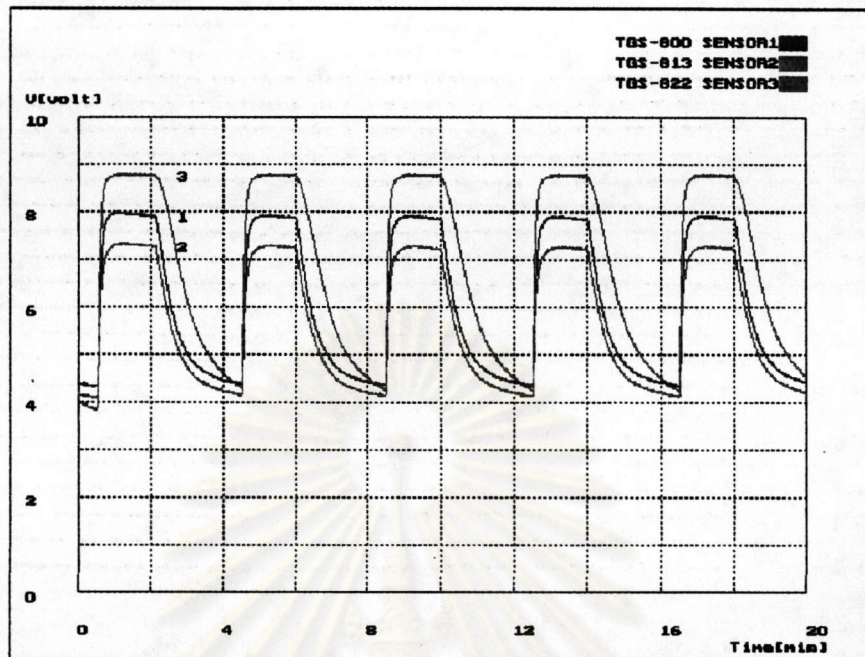


รูปที่ 5.10 ผลการวัดสารละลายอะซิโตนดีไฮด์ ความเข้มข้น 0.05 %v/v(500 ppm)

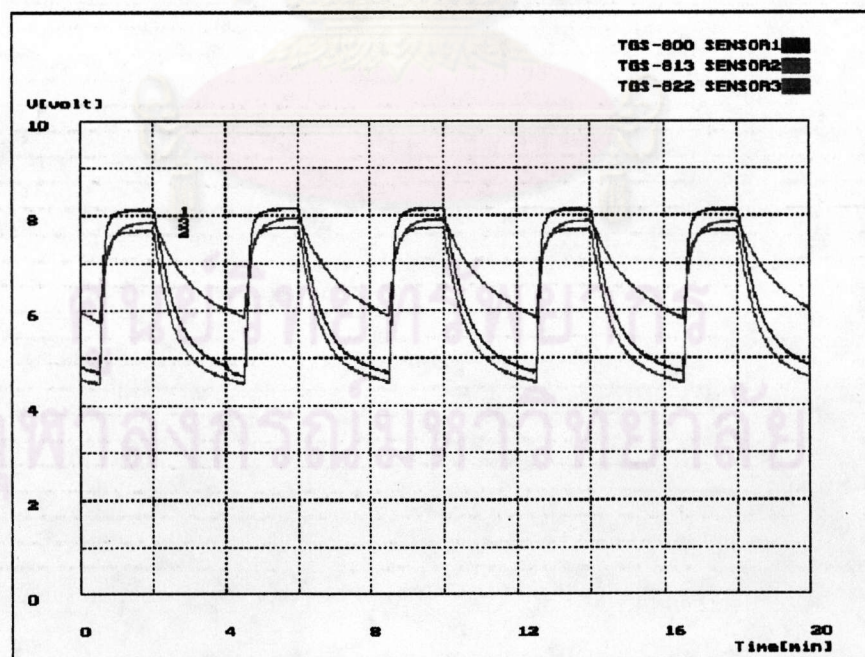


รูปที่ 5.11 ผลการวัดสารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 0.1 %v/v(1000 ppm)



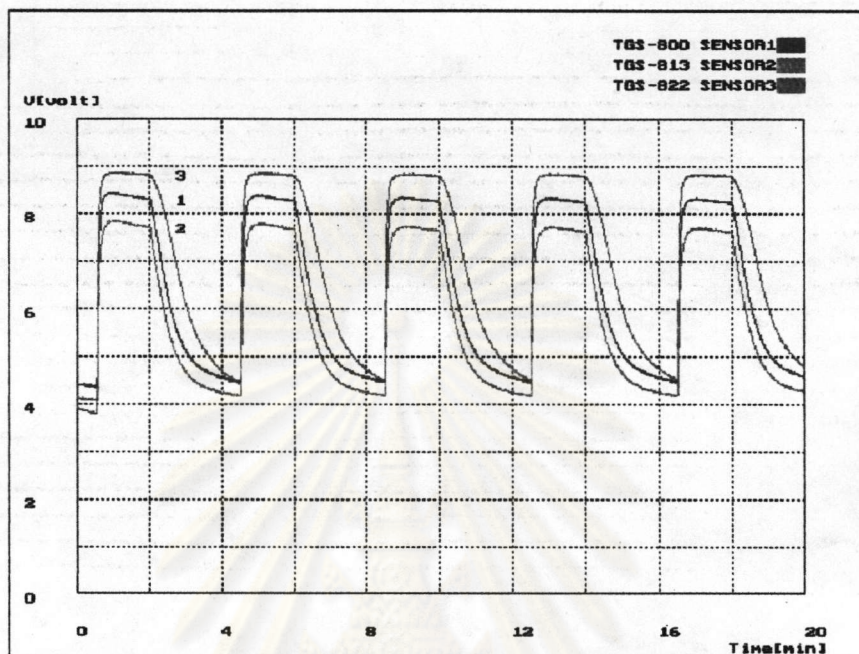


รูปที่ 5.12 ผลการวัดสารละลายอะซิโตน ความเข้มข้น 0.1 %v/v(1000 ppm)



รูปที่ 5.13 ผลการวัดสารละลายแอมโมเนีย ความเข้มข้น 0.1 %v/v(1000 ppm)





รูปที่ 5.14 ผลการวัดสารละลายอะซิโตนดีไฮด์ 0.1%v/v(1000 ppm)

## 5.2 ผลจากการป้อนข้อมูลให้ระบบนิรลเน็ตเวิร์กเรียนรู้

ชุดข้อมูล(Pattern)ที่จะส่งเข้าระบบนิรลเน็ตเวิร์กเพื่อการเรียนรู้จะประกอบด้วย ข้อมูลอินพุตและข้อมูลเอาต์พุตเป้าหมาย(Target output) ส่วนของข้อมูลอินพุตของหัวตรวจวัดก๊าซทั้งสามหัวจะประกอบด้วย 1) ค่าแรงดันไฟฟ้าที่สูงสุด เนื่องจากว่าเป็นจุดสัญญาณของสารต่างชนิดกันจะให้ค่าแรงดันสูงสุดจะต่างกัน 2) ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เวลา 1 นาที 57 วินาที เนื่องจากว่าเป็นจุดที่สัญญาณคงที่ภายในเวลาพอควร 3) ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เวลา 3 นาที เนื่องจากว่าเป็นจุดที่สัญญาณค่าแรงดันไฟฟ้าลดลงไปยังค่าแรงดันไฟฟ้าพื้นหลังซึ่งสารต่างชนิดกันจะมีการลดลงของค่าแรงดันไฟฟ้าช้าเร็วต่างกัน หลังจากนั้นข้อมูลอินพุตทั้งหมดจะถูกนำมาลดขนาดลงเหลือ 0.1 เท่าของค่าแรงดันไฟฟ้าเดิม เนื่องจากต้องการให้ข้อมูลอินพุตที่ใช้เป็นข้อมูลในการเรียนรู้มีค่าใกล้เคียงกับข้อมูลเอาต์พุตเป้าหมาย เพื่อให้ระบบนิรลเน็ตเวิร์กเรียนรู้ได้เร็วขึ้น โดยข้อมูลเอาต์พุตเป้าหมายจะถูกกำหนดให้เป็นเลขไบนารีแทนชื่อของสารตัวอย่าง ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.2



ตารางที่ 5.2 ค่าไบนารีที่ใช้แทนชื่อสารตัวอย่าง

สารตัวอย่าง	ค่าไบนารี
น้ำบริสุทธิ์	00001
สารละลายเอทิลแอลกอฮอล์	00010
สารละลายอะซิโตน	00011
สารละลายแอมโมเนีย	00100
สารละลายอะซิติกดีไฮด์	00101

ผลจากการวัดสารตัวอย่างแสดงไว้ในรูปที่ 5.2 ถึง 5.14 ได้แก่

1. น้ำบริสุทธิ์
2. สารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 0.01% ,0.05% และ 0.1%v/v
3. สารละลายอะซิโตน ความเข้มข้น 0.01% ,0.05% และ 0.1%v/v
4. สารละลายแอมโมเนีย ความเข้มข้น 0.01% ,0.05% และ 0.1%v/v
5. สารละลายอะซิติกดีไฮด์ ความเข้มข้น 0.01% ,0.05% และ 0.1%v/v

ผลการวัดสัญญาณของสารตัวอย่างเหล่านี้จะถูกนำมาลดขนาดลงและใส่ค่าเอาท์พุทที่กำหนดให้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.3 โดยในแต่ละสารตัวอย่างจะทำการวัด 5 ครั้ง ชุดข้อมูล 4 ครั้งแรกจะนำมาใช้เป็นข้อมูลสำหรับการเรียนรู้โดยนิวรอลเน็ตเวิร์ก ส่วนผลการวัดสารตัวอย่างครั้งที่ 5 จะใช้เป็นข้อมูลในการทดสอบ



ตารางที่ 5.3 ชุดข้อมูลที่ป้อนให้กับระบบนิรอลเน็ตเวิร์กเรียนรู้

ชนิดสารตัวอย่าง(%v/v)	TGS-800			TGS-813			TGS-822		
	*	**	***	*	**	***	*	**	***
น้ำบริสุทธิ์	0.5957	0.5935	0.4878	0.5647	0.5623	0.4580	0.5469	0.5449	0.4314
ชุดข้อมูลที่ 1	0 0 0 0 1 (เอาท์พุทที่กำหนดให้)								
	0.5938	0.5920	0.4883	0.5647	0.5620	0.4568	0.5442	0.5415	0.4297
ชุดข้อมูลที่ 2	0 0 0 0 1								
	0.5942	0.5925	0.4849	0.5637	0.5637	0.4548	0.5439	0.5435	0.4265
ชุดข้อมูลที่ 3	0 0 0 0 1								
	0.5938	0.5911	0.4817	0.5627	0.5615	0.4536	0.5410	0.5378	0.4233
ชุดข้อมูลที่ 4	0 0 0 0 1								
เอทิลแอลกอฮอล์0.01	0.6582	0.6567	0.4827	0.6079	0.6067	0.4517	0.7246	0.7229	0.4446
ชุดข้อมูลที่ 1	0 0 0 1 0								
	0.6575	0.6567	0.4812	0.6064	0.6050	0.4487	0.7239	0.7224	0.4446
ชุดข้อมูลที่ 2	0 0 0 1 0								
	0.6572	0.6567	0.4792	0.6067	0.6052	0.4490	0.7251	0.7236	0.4438
ชุดข้อมูลที่ 3	0 0 0 1 0								
	0.6562	0.6548	0.4790	0.6064	0.6055	0.4478	0.7231	0.7224	0.4424
ชุดข้อมูลที่ 4	0 0 0 1 0								
อะซิโตน 0.01	0.6973	0.6929	0.4805	0.6370	0.6331	0.4490	0.8071	0.8047	0.4768
ชุดข้อมูลที่ 1	0 0 0 1 1								
	0.6958	0.6909	0.4807	0.6367	0.6331	0.4490	0.8076	0.8042	0.4785
ชุดข้อมูลที่ 2	0 0 0 1 1								
	0.6914	0.6865	0.4805	0.6331	0.6301	0.4478	0.8047	0.8005	0.4795
ชุดข้อมูลที่ 3	0 0 0 1 1								
	0.6875	0.6829	0.4788	0.6299	0.6252	0.4446	0.8018	0.7981	0.4797
ชุดข้อมูลที่ 4	0 0 0 1 1								



ตารางที่ 5.3 ชุดข้อมูลที่ป้อนให้กับระบบนิเวศเน็ตเวิร์กเรียนรู้ (ต่อ)

ชนิดสารตัวอย่าง(%v/v)	TGS-800			TGS-813			TGS-822		
	*	**	***	*	**	***	*	**	***
แอมโมเนีย 0.01	0.6582	0.6567	0.4778	0.6055	0.6030	0.4407	0.6626	0.6580	0.5105
	ชุดข้อมูลที่ 1 0 0 1 0 0 (เอาท์พุทที่กำหนดให้)								
ชุดข้อมูลที่ 2	0.6602	0.6575	0.4785	0.6055	0.6033	0.4426	0.6699	0.6665	0.5217
	ชุดข้อมูลที่ 2 0 0 1 0 0								
ชุดข้อมูลที่ 3	0.6604	0.6589	0.4778	0.6064	0.6038	0.4412	0.6704	0.6677	0.5232
	ชุดข้อมูลที่ 3 0 0 1 0 0								
ชุดข้อมูลที่ 4	0.6611	0.6604	0.4785	0.6064	0.6050	0.4412	0.6719	0.6685	0.5256
	ชุดข้อมูลที่ 4 0 0 1 0 0								
อะซิติกไฮดรอกซี 0.01	0.7136	0.7114	0.4766	0.6562	0.6448	0.4387	0.8066	0.7986	0.5012
	ชุดข้อมูลที่ 1 0 0 1 0 1								
ชุดข้อมูลที่ 2	0.7073	0.7012	0.4771	0.6431	0.6377	0.4392	0.7981	0.7915	0.4919
	ชุดข้อมูลที่ 2 0 0 1 0 1								
ชุดข้อมูลที่ 3	0.7017	0.6951	0.4741	0.6379	0.6316	0.4375	0.7942	0.7869	0.4805
	ชุดข้อมูลที่ 3 0 0 1 0 1								
ชุดข้อมูลที่ 4	0.6978	0.6907	0.4724	0.6348	0.6287	0.4365	0.7910	0.7830	0.4751
	ชุดข้อมูลที่ 4 0 0 1 0 1								
เอทิลแอลกอฮอล์ 0.05	0.7405	0.7385	0.4856	0.6621	0.6599	0.4492	0.8262	0.8245	0.5103
	ชุดข้อมูลที่ 1 0 0 0 1 0								
ชุดข้อมูลที่ 2	0.7402	0.7388	0.4849	0.6614	0.6611	0.4478	0.8252	0.8240	0.5110
	ชุดข้อมูลที่ 2 0 0 0 1 0								
ชุดข้อมูลที่ 3	0.7383	0.7361	0.4829	0.6604	0.6577	0.4451	0.8254	0.8245	0.5076
	ชุดข้อมูลที่ 3 0 0 0 1 0								
ชุดข้อมูลที่ 4	0.7373	0.7363	0.4817	0.6587	0.6582	0.4446	0.8247	0.8245	0.5073
	ชุดข้อมูลที่ 4 0 0 0 1 0								



ตารางที่ 5.3 ชุดข้อมูลที่ป้อนให้กับระบบนิเวศเน็ตเวิร์กเรียนรู้ (ต่อ)

ชนิดสารตัวอย่าง(%v/v)	TGS-800			TGS-813			TGS-822		
	*	**	***	*	**	***	*	**	***
อะซิโตน 0.05 ชุดข้อมูลที่ 1	0.7832	0.7744	0.4873	0.7012	0.6936	0.4478	0.8696	0.8665	0.5784
	0 0 0 1 1 (เอาท์พุทที่กำหนดให้)								
	0.7759	0.7698	0.4849	0.6953	0.6899	0.4478	0.8696	0.8665	0.5793
	0 0 0 1 1								
ชุดข้อมูลที่ 2	0 0 0 1 1								
	0.7720	0.7681	0.4834	0.6917	0.6873	0.4460	0.8682	0.8645	0.5767
ชุดข้อมูลที่ 3	0 0 0 1 1								
	0.7695	0.7654	0.4836	0.6899	0.6851	0.4492	0.8677	0.8657	0.5774
ชุดข้อมูลที่ 4	0 0 0 1 1								
แอมโมเนีย 0.05 ชุดข้อมูลที่ 1	0.7798	0.7788	0.4973	0.7158	0.7146	0.4551	0.7725	0.7715	0.6355
	0 0 1 0 0								
	0.7832	0.7817	0.4985	0.7192	0.7188	0.4578	0.7739	0.7729	0.6411
	0 0 1 0 0								
ชุดข้อมูลที่ 2	0 0 1 0 0								
	0.7837	0.7825	0.5012	0.7207	0.7188	0.4568	0.7737	0.7727	0.6421
ชุดข้อมูลที่ 3	0 0 1 0 0								
	0.7817	0.7808	0.5027	0.7188	0.7156	0.4587	0.7720	0.7715	0.6445
ชุดข้อมูลที่ 4	0 0 1 0 0								
อะซิติกแอซิด 0.05 ชุดข้อมูลที่ 1	0.7837	0.7673	0.4829	0.6973	0.6824	0.4390	0.8574	0.8486	0.5325
	0 0 1 0 1								
	0.7754	0.7622	0.4785	0.6877	0.6777	0.4353	0.8535	0.8467	0.5251
	0 0 1 0 1								
ชุดข้อมูลที่ 2	0 0 1 0 1								
	0.7720	0.7595	0.4758	0.6855	0.6738	0.4333	0.8525	0.8457	0.5227
ชุดข้อมูลที่ 3	0 0 1 0 1								
	0.7676	0.7571	0.4741	0.6807	0.6707	0.4314	0.8508	0.8435	0.5193
ชุดข้อมูลที่ 4	0 0 1 0 1								



ตารางที่ 5.3 ชุดข้อมูลที่ป้อนให้กับระบบนิรอลเน็ตเวิร์กเรียนรู้ (ต่อ)

ชนิดสารตัวอย่าง(%v/v)	TGS-800			TGS-813			TGS-822		
	*	**	***	*	**	***	*	**	***
เอทิลแอลกอฮอล์0.1	0.7502	0.7483	0.4761	0.6875	0.6851	0.4417	0.8293	0.8279	0.5024
ชุดข้อมูลที่ 1	0 0 0 1 0 (เอาท์พุทที่กำหนดให้)								
	0.7500	0.7500	0.4763	0.6860	0.6838	0.4438	0.8301	0.8286	0.4998
ชุดข้อมูลที่ 2	0 0 0 1 0								
	0.7471	0.7461	0.4758	0.6836	0.6821	0.4434	0.8291	0.8274	0.5014
ชุดข้อมูลที่ 3	0 0 0 1 0								
	0.7463	0.7441	0.4739	0.6821	0.6799	0.4421	0.8286	0.8279	0.4998
ชุดข้อมูลที่ 4	0 0 0 1 0								
อะซิโตน 0.1	0.7949	0.7869	0.4993	0.7305	0.7246	0.4695	0.8750	0.8723	0.6145
ชุดข้อมูลที่ 1	0 0 0 1 1								
	0.7891	0.7837	0.4829	0.7266	0.7209	0.4580	0.8750	0.8718	0.5798
ชุดข้อมูลที่ 2	0 0 0 1 1								
	0.7876	0.7815	0.4819	0.7251	0.7192	0.4541	0.8750	0.8716	0.5784
ชุดข้อมูลที่ 3	0 0 0 1 1								
	0.7871	0.7810	0.4817	0.7239	0.7192	0.4556	0.8750	0.8716	0.5774
ชุดข้อมูลที่ 4	0 0 0 1 1								
แอมโมเนีย 0.1	0.8110	0.8096	0.5383	0.7720	0.7715	0.5103	0.7915	0.7898	0.6648
ชุดข้อมูลที่ 1	0 0 1 0 0								
	0.8110	0.8098	0.5405	0.7708	0.7690	0.5088	0.7893	0.7891	0.6646
ชุดข้อมูลที่ 2	0 0 1 0 0								
	0.8096	0.8096	0.5388	0.7681	0.7661	0.5056	0.7871	0.7856	0.6599
ชุดข้อมูลที่ 3	0 0 1 0 0								
	0.8098	0.8086	0.5388	0.7676	0.7668	0.5046	0.7852	0.7830	0.6602
ชุดข้อมูลที่ 4	0 0 1 0 0								



ตารางที่ 5.3 ชุดข้อมูลที่ป้อนให้กับระบบนิรอลเน็ตเวิร์กเรียนรู้ (ต่อ)

ชนิดสารตัวอย่าง(%v/v)	TGS-800			TGS-813			TGS-822		
	*	**	***	*	**	***	*	**	***
อะซิติกไฮดร 0.1	0.8398	0.8281	0.5117	0.7817	0.7671	0.4648	0.8828	0.8782	0.6113
ชุดข้อมูลที่ 1	0 0 1 0 1 (เอาท์พุทที่กำหนดให้)								
	0.8350	0.8245	0.5093	0.7759	0.7634	0.4641	0.8813	0.8770	0.6086
ชุดข้อมูลที่ 2	0 0 1 0 1								
	0.8320	0.8235	0.5076	0.7708	0.7637	0.4641	0.8809	0.8767	0.6084
ชุดข้อมูลที่ 3	0 0 1 0 1								
	0.8301	0.8218	0.5071	0.7695	0.7598	0.4651	0.8801	0.8755	0.6062
ชุดข้อมูลที่ 4	0 0 1 0 1								

\* หมายถึง ค่า0.1เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่สูงสุด

\*\* หมายถึง ค่า0.1เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่เวลา 1 นาที 57 วินาที

\*\*\* หมายถึง ค่า0.1เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่เวลา 3 นาที

ชุดข้อมูลที่แสดงจากตารางที่ 5.3 มีทั้งหมด 52 ชุดข้อมูลด้วยกัน ชุดข้อมูลทั้งหมดนี้จะป้อนให้กับระบบนิรอลเน็ตเวิร์กเพื่อเรียนรู้ ระบบนิรอลเน็ตเวิร์กที่ใช้ได้ กำหนดให้ระบบมี 3 เลเยอร์ ประกอบด้วย

1. อินพุตเลเยอร์มี 9 โหนด ประกอบด้วย ค่า0.1เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่สูงสุด ,ค่า0.1เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่เวลา 1 นาที 57 วินาที และค่า0.1เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่เวลา 3 นาที ของหัวตรวจวัดทั้งสามตัว

2. เลเยอร์ภายใน 36 โหนด ซึ่งการกำหนดจำนวนโหนดถ้ากำหนดจำนวนโหนดมากแล้วจะให้ค่าความผิดพลาดระหว่างเอาท์พุทเป้าหมายและเอาท์พุทที่ได้จากการฝึกของระบบนิรอลเน็ตเวิร์ก(Sum squared error)ลดลงแต่จะกินเวลาในการเรียนรู้นาน ถ้ากำหนดจำนวน



โหนดน้อยจะทำให้ค่าความผิดพลาดมากและถ้ากำหนดจำนวนโหนดน้อยมากจะทำให้การเรียนรู้ผิดพลาด ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนโหนดของเลเยอร์ภายในและค่าความผิดพลาดแสดงได้จากตารางที่ 5.4

### 3. เอาร์ทพุตเลเยอร์มี 5 โหนด ประกอบด้วยค่าไบนารีดังแสดงไว้ในตารางที่ 5.2

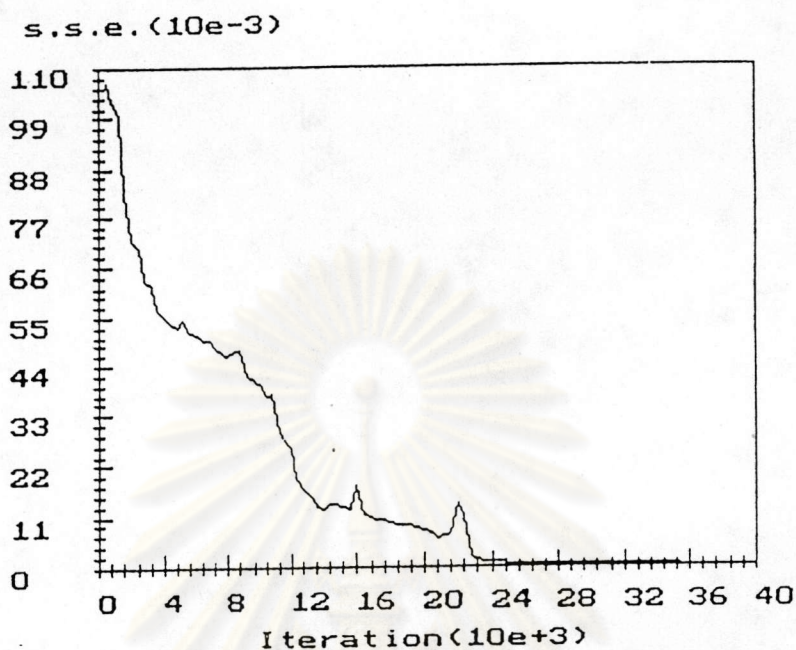
ตารางที่ 5.4 ความสัมพันธ์จำนวนโหนดของเลเยอร์ภายในและค่าความผิดพลาด

จำนวนโหนด	ค่าความผิดพลาด				*เวลาต่อรอบ (วินาที /รอบ)
	10000 รอบ	20000 รอบ	30000 รอบ	40000 รอบ	
12	$4.025 \cdot 10^{-2}$	$9.347 \cdot 10^{-3}$	$3.106 \cdot 10^{-4}$	$1.410 \cdot 10^{-4}$	0.66
24	$3.921 \cdot 10^{-2}$	$8.915 \cdot 10^{-3}$	$2.961 \cdot 10^{-4}$	$1.396 \cdot 10^{-4}$	1.16
36	$3.823 \cdot 10^{-2}$	$7.766 \cdot 10^{-3}$	$2.847 \cdot 10^{-4}$	$1.269 \cdot 10^{-4}$	1.66
48	$3.355 \cdot 10^{-2}$	$6.615 \cdot 10^{-3}$	$2.172 \cdot 10^{-4}$	$1.005 \cdot 10^{-4}$	2.18

ในขณะที่ระบบนิรอลเน็ตเวอร์กนำชุดข้อมูลมาทำการเรียนรู้ คอมพิวเตอร์จะนำข้อมูลเอาร์ทพุตเป้าหมายและเอาร์ทพุตที่ได้จากการฝึกของระบบนิรอลเน็ตเวอร์กมาแสดงเป็นเส้นกราฟเพื่อที่สามารถควบคุมค่าพารามิเตอร์ต่างๆซึ่งประกอบด้วยค่า Momentum-rate ,Learning-rate และ Bias-rate ได้ การควบคุมค่าพารามิเตอร์ จะขึ้นอยู่กับชุดข้อมูลที่ระบบนิรอลเน็ตเวอร์กเรียนรู้ ถ้าค่าพารามิเตอร์ถูกกำหนดค่าที่เหมาะสมกับชุดข้อมูลจะทำให้การเรียนรู้ของระบบนิรอลเน็ตเวอร์กมีค่าความผิดพลาดลดลงเร็วขึ้น เมื่อระบบนิรอลเน็ตเวอร์กทำการเรียนรู้เรียบร้อยแล้วจะได้ไฟล์ค่าน้ำหนัก (Weight) ซึ่งจะเป็นไฟล์ที่ใช้ในการทดสอบสารตัวอย่างที่ต้องการทราบชนิดต่อไป และผลการเรียนรู้แสดงไว้ในรูปที่ 5.15 (เลเยอร์ภายใน 36 โหนด)ซึ่งจะแสดงให้เห็นว่าเมื่อจำนวนรอบ(Iteration) ในการเรียนรู้เพิ่มขึ้นจะทำให้ได้ค่าความผิดพลาด(Sum squared error) ลดลงกล่าวคือการเรียนรู้ของระบบจะเรียนรู้ได้ถูกต้องมากขึ้น (การเรียนรู้จำนวนทั้งสิ้น 40000 รอบ จะกำหนด ค่า Momentum-rate ,Learning-rate และ Bias-rate เท่ากับ 0.15)

\* ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 486DX-66 ในการเรียนรู้





รูปที่ 5.15 ความสัมพันธ์ระหว่าง จำนวนรอบการเรียนรู้(Iteration) แกน X  
และค่าความผิดพลาด(Sum squared error) แกน Y

### 5.3 ผลจากการทดสอบ

เมื่อระบบนิเวศเน็ตเวิร์กทำการเรียนรู้แล้วจะได้ไฟล์ค่าน้ำหนัก(Weight) ซึ่งจะใช้เป็นไฟล์ในการทดสอบสารตัวอย่างที่ต้องการทราบชนิดมาเปรียบเทียบกับสารตัวอย่างที่ทราบชนิดแล้ว ว่ามีเออร์ทพุตใกล้เคียงกันมากน้อยเพียงใด และแสดงผลออกมาว่าสารตัวอย่างนั้นคืออะไร จากการทดสอบจะตัดสินผลการทดสอบเป็นค่าไบนารีโดยค่าที่น้อยกว่า 0.3 จะให้เป็น 0 และค่าที่มากกว่า 0.7 จะให้เป็น 1 ส่วนค่าที่ทดสอบอ่านได้อยู่ระหว่าง 0.3 ถึง 0.7 จะให้เป็นสารที่ไม่ทราบถึงชนิดของสาร

การทดสอบจะแบ่งออกเป็นข้อดังต่อไปนี้คือ

#### 5.3.1 การทดสอบจากผลครั้งสุดท้ายในการตรวจวัด

จากชุดข้อมูลที่วัดได้นำผลการตรวจวัดสารตัวอย่าง 4 ครั้งแรกมาใช้ในการเรียนรู้ใช้ชุดข้อมูลในการเรียนรู้จากหัวข้อที่ 5.2) การทดสอบจะนำผลการตรวจวัดครั้งที่ 5 มาทดสอบ เพื่อทดสอบความถูกต้องหลังจากการเรียนรู้ของระบบนิเวศเน็ตเวิร์ก ซึ่งผลการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 5.5



ตารางที่ 5.5 ผลการทดสอบสารตัวอย่าง

ชนิดสารตัวอย่าง(%v/v)	ค่าโบนารี					ผลการทดสอบที่อ่านได้
น้ำบริสุทธิ์	0.000001	0.000001	0.003774	0.000006	0.998656	น้ำบริสุทธิ์
เอทิลแอลกอฮอล์0.01	0.000006	0.000011	0.005576	0.993786	0.003243	เอทิลแอลกอฮอล์
อะซิโตน 0.01	0.000032	0.000035	0.006243	0.994529	0.999959	อะซิโตน
แอมโมเนีย 0.01	0.000001	0.000004	0.999999	0.000000	0.006245	แอมโมเนีย
อะซีตัลดีไฮด์ 0.01	0.000023	0.000038	0.964772	0.036014	0.994781	อะซีตัลดีไฮด์
เอทิลแอลกอฮอล์0.05	0.000098	0.000129	0.006441	0.993765	0.058244	เอทิลแอลกอฮอล์
อะซิโตน 0.05	0.000323	0.000154	0.000067	0.999939	1.000000	อะซิโตน
แอมโมเนีย 0.05	0.000015	0.000023	1.000000	0.000000	0.001775	แอมโมเนีย
อะซีตัลดีไฮด์ 0.05	0.000206	0.000204	0.989779	0.012091	0.987464	อะซีตัลดีไฮด์
เอทิลแอลกอฮอล์0.05	0.000151	0.000187	0.006372	0.993527	0.000865	เอทิลแอลกอฮอล์
อะซิโตน 0.1	0.000469	0.000170	0.000054	0.999946	1.000000	อะซิโตน
แอมโมเนีย 0.1	0.000017	0.000018	1.000000	0.000000	0.000001	แอมโมเนีย
อะซีตัลดีไฮด์ 0.1	0.000308	0.000098	0.992149	0.006289	0.999999	อะซีตัลดีไฮด์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### 5.3.2 การทดสอบสารตัวอย่างความเข้มข้นช่วงระหว่าง 0.01%v/v ถึง 0.1%v/v

การทดสอบจะนำผลการตรวจวัดสารตัวอย่างเอทิลแอลกอฮอล์ ,อะซิโตน ,แอมโมเนีย และอะซิโตนไฮไดรด์ สารตัวอย่างทั้งหมดจะมีความเข้มข้น 0.03% ,0.05% และ0.07% v/v ซึ่งการตรวจวัดสารตัวอย่างแต่ละสารในความเข้มข้นที่ต่างกันจะทำการตรวจวัดซ้ำกัน 5 ครั้งด้วยกันและทำการทดสอบผลการวัดทั้ง 5 ครั้งนี้ การทดสอบทำเพื่อต้องการทดสอบสารตัวอย่างที่มีความเข้มข้นแตกต่างจากความเข้มข้นของสารตัวอย่างที่ใช้ในการเรียนรู้(ใช้ชุดข้อมูลในการเรียนรู้จากหัวข้อที่ 5.2) แต่อยู่ในช่วงความเข้มข้นที่ใช้ในการเรียนรู้ ผลการทดสอบสารตัวอย่างเอทิลแอลกอฮอล์ ,อะซิโตน ,แอมโมเนีย และอะซิโตนไฮไดรด์ แสดงไว้ในตารางที่ 5.6 ถึง 5.9 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.6 ผลการทดสอบสารตัวอย่างเอทิลแอลกอฮอล์

ชนิดสารตัวอย่าง%v/v (ครั้งที่)	ค่าไบนารี					ผลการทดสอบที่ อ่านได้
เอทิลแอลกอฮอล์0.03(1)	0.000075	0.000108	0.005439	0.994396	0.002611	เอทิลแอลกอฮอล์
“(2)	0.000067	0.000093	0.010762	0.989070	0.048756	“
“(3)	0.000061	0.000088	0.037459	0.962089	0.071079	“
“(4)	0.000058	0.000083	0.064163	0.935670	0.195387	“
“(5)	0.000056	0.000083	0.099785	0.900861	0.214007	“
เอทิลแอลกอฮอล์0.05(1)	0.000107	0.000141	0.002637	0.997379	0.006242	“
“(2)	0.000107	0.000142	0.003307	0.996692	0.005097	“
“(3)	0.000100	0.000134	0.008566	0.991622	0.022203	“
“(4)	0.000103	0.000136	0.005566	0.994594	0.018700	“
“(5)	0.000098	0.000130	0.007996	0.992283	0.048738	“
เอทิลแอลกอฮอล์0.07(1)	0.000097	0.000133	0.017419	0.983202	0.025848	“
“(2)	0.000099	0.000132	0.017912	0.982788	0.062023	“
“(3)	0.000098	0.000132	0.022053	0.979051	0.069247	“
“(4)	0.000090	0.000123	0.035210	0.966419	0.125386	“
“(5)	0.000095	0.000130	0.033678	0.968379	0.081266	“



ตารางที่ 5.7 ผลการทดสอบสารตัวอย่างอะซิโตน

ชนิดสารตัวอย่าง%v/v (ครั้งที่)	ค่าโบนารี					ผลการทดสอบที่ อ่านได้
อะซิโตน 0.03(1)	0.000289	0.000155	0.000055	0.999952	1.000000	อะซิโตน
"(2)	0.000279	0.000154	0.000027	0.999977	1.000000	"
"(3)	0.000264	0.000153	0.000042	0.999964	1.000000	"
"(4)	0.000260	0.000153	0.000051	0.999958	1.000000	"
"(5)	0.000260	0.000150	0.000018	0.999985	1.000000	"
อะซิโตน 0.05(1)	0.000297	0.000137	0.010958	0.989721	1.000000	"
"(2)	0.000313	0.000144	0.000455	0.999580	1.000000	"
"(3)	0.000307	0.000147	0.000356	0.999674	1.000000	"
"(4)	0.000320	0.000153	0.000034	0.999969	1.000000	"
"(5)	0.000324	0.000154	0.000081	0.999927	1.000000	"
อะซิโตน 0.07(1)	0.000270	0.000097	0.029295	0.971462	1.000000	"
"(2)	0.000251	0.000094	0.002363	0.997622	1.000000	"
"(3)	0.000292	0.000109	0.002488	0.997634	1.000000	"
"(4)	0.000287	0.000110	0.004138	0.996121	1.000000	"
"(5)	0.000305	0.000117	0.001192	0.998886	1.000000	"



ตารางที่ 5.8 ผลการทดสอบสารตัวอย่างแอมโมเนีย

ชนิดสารตัวอย่าง%v/v (ครั้งที่)	ค่าไบนารี					ผลการทดสอบที่ อ่านได้
แอมโมเนีย 0.03(1)	0.000008	0.000019	1.000000	0.000000	0.000074	แอมโมเนีย
"(2)	0.000008	0.000019	1.000000	0.000000	0.000020	"
"(3)	0.000007	0.000018	1.000000	0.000000	0.000023	"
"(4)	0.000007	0.000017	1.000000	0.000000	0.000021	"
"(5)	0.000007	0.000017	1.000000	0.000000	0.000034	"
แอมโมเนีย 0.05(1)	0.000016	0.000024	1.000000	0.000000	0.002674	"
"(2)	0.000017	0.000024	1.000000	0.000000	0.005745	"
"(3)	0.000016	0.000024	1.000000	0.000000	0.005880	"
"(4)	0.000015	0.000023	1.000000	0.000000	0.003773	"
"(5)	0.000015	0.000023	1.000000	0.000000	0.001558	"
แอมโมเนีย 0.07(1)	0.000018	0.000023	1.000000	0.000000	0.009564	"
"(2)	0.000018	0.000023	1.000000	0.000000	0.008493	"
"(3)	0.000018	0.000023	1.000000	0.000000	0.007264	"
"(4)	0.000018	0.000023	1.000000	0.000000	0.008970	"
"(5)	0.000017	0.000022	1.000000	0.000000	0.004671	"



ตารางที่ 5.9 ผลการทดสอบสารตัวอย่างอะซิติกไฮโดร

ชนิดสารตัวอย่าง%v/v (ครั้งที่)	ค่าโบนารี					ผลการทดสอบที่ อ่านได้
อะซิติกไฮโดร 0.03(1)	0.000047	0.000075	0.932629	0.066894	0.800036	อะซิติกไฮโดร
“(2)”	0.000037	0.000060	0.965170	0.036248	0.988203	“
“(3)”	0.000033	0.000055	0.991685	0.008910	0.995948	“
“(4)”	0.000031	0.000053	0.996314	0.004049	0.998509	“
“(5)”	0.000031	0.000053	0.995215	0.005420	0.998598	“
อะซิติกไฮโดร 0.05(1)	0.000225	0.000187	0.999021	0.001085	0.996041	“
“(2)”	0.000225	0.000202	0.992358	0.008732	0.985935	“
“(3)”	0.000217	0.000201	0.994115	0.006830	0.991210	“
“(4)”	0.000206	0.000201	0.990390	0.011245	0.984825	“
“(5)”	0.000205	0.000204	0.990627	0.011203	0.986963	“
อะซิติกไฮโดร 0.07(1)	0.000270	0.000148	0.999988	0.000012	0.999992	“
“(2)”	0.000283	0.000160	0.999952	0.000052	0.999989	“
“(3)”	0.000266	0.000160	0.999985	0.000017	0.999990	“
“(4)”	0.000276	0.000166	0.999965	0.000039	0.999990	“
“(5)”	0.000267	0.000166	0.999979	0.000024	0.999990	“



### 5.3.3 การทดสอบจากผลการตรวจวัดใหม่ซ้ำหลายครั้ง

การทดสอบจากผลการตรวจวัดใหม่ซ้ำหลายครั้งจะเป็นการทดสอบโดยจะนำผลการตรวจวัดซ้ำกันทั้งหมด 3 ครั้งของ สารตัวอย่างเอทิลแอลกอฮอล์ ,อะซิโตน ,แอมโมเนีย และอะซิติกดีไฮด์ สารตัวอย่างทั้งหมดจะมีความเข้มข้น 0.03% ,0.05% และ0.07%v/v ซึ่งการตรวจวัดสารตัวอย่างแต่ละสารในความเข้มข้นที่ต่างกันจะทำการตรวจวัดซ้ำกัน 3 ครั้งด้วยกัน การทดสอบเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของหัวตรวจวัดก๊าซจากการตรวจวัดซ้ำกันหลายครั้งโดยทดสอบจากผลการเรียนรู้จากไฟล์ค่าน้ำหนักเดิมซึ่งใช้ในการทดสอบหัวข้อที่ 5.3.1 และ 5.3.2 และผลการทดสอบจากการตรวจวัดซ้ำทั้ง 3 ครั้งของสารตัวอย่างแสดงไว้ในตารางที่ 5.10 ถึง 5.12 ตามลำดับ

ตารางที่ 5.10 ผลการทดสอบสารตัวอย่าง ครั้งที่ 1

ชนิดสารตัวอย่าง%v/v (ครั้งที่)	ค่าโมนารี					ผลการทดสอบที่ อ่านได้
เอทิลแอลกอฮอล์0.03(1)	0.000055	0.000076	0.016346	0.984903	0.135548	เอทิลแอลกอฮอล์
"(2)	0.000054	0.000076	0.22531	0.979504	0.183846	"
"(3)	0.000051	0.000072	0.052806	0.951414	0.183311	"
เอทิลแอลกอฮอล์0.05(1)	0.000132	0.000177	0.001140	0.998951	0.000455	"
"(2)	0.000140	0.000185	0.000878	0.999188	0.000317	"
"(3)	0.000130	0.000176	0.002607	0.997901	0.002168	"
เอทิลแอลกอฮอล์0.07(1)	0.000214	0.000226	0.002248	0.997901	0.002168	"
"(2)	0.000209	0.000223	0.002791	0.997379	0.002487	"
"(3)	0.000210	0.000218	0.002581	0.997553	0.005884	"
อะซิโตน 0.03(1)	0.000264	0.000155	0.015262	0.984816	0.999925	อะซิโตน
"(2)	0.000270	0.000161	0.000041	0.999959	0.999897	"
"(3)	0.000268	0.000158	0.000091	0.999910	0.999952	"
อะซิโตน 0.05(1)	0.000254	0.000091	0.090454	0.896697	1.000000	"
"(2)	0.000285	0.000107	0.004646	0.994911	1.000000	"
"(3)	0.000307	0.000117	0.000633	0.999316	1.000000	"
อะซิโตน 0.07(1)	0.000251	0.000081	0.149957	0.825836	1.000000	"
"(2)	0.000303	0.000096	0.001064	0.998763	1.000000	"
"(3)	0.000278	0.000090	0.005789	0.993233	1.000000	"



ตารางที่ 5.10 ผลการทดสอบสารตัวอย่าง ครั้งที่ 1(ต่อ)

ชนิดสารตัวอย่าง%v/v (ครั้งที่)	ค่าโบนารี					ผลการทดสอบที่ อ่านได้
แอมโมเนีย 0.03(1)	0.000023	0.000029	0.999997	0.000001	0.008425	แอมโมเนีย
"(2)	0.000020	0.000028	1.000000	0.000000	0.001184	"
"(3)	0.000017	0.000026	1.000000	0.000000	0.000096	"
แอมโมเนีย 0.05(1)	0.000018	0.000023	1.000000	0.000000	0.000659	"
"(2)	0.000018	0.000023	1.000000	0.000000	0.000257	"
"(3)	0.000018	0.000022	1.000000	0.000000	0.000227	"
แอมโมเนีย 0.07(1)	0.000020	0.000022	1.000000	0.000000	0.001067	"
"(2)	0.000019	0.000022	1.000000	0.000000	0.000578	"
"(3)	0.000019	0.000021	1.000000	0.000000	0.000441	"
อะซิติกไฮดรอกไซด์ 0.03(1)	0.000233	0.000138	0.992716	0.006880	0.999914	อะซิติกไฮดรอกไซด์
"(2)	0.000254	0.000175	0.966303	0.033410	0.994750	"
"(3)	0.000265	0.000194	0.943520	0.058142	0.981788	"
อะซิติกไฮดรอกไซด์ 0.05(1)	0.000334	0.000167	0.997718	0.002256	0.999800	"
"(2)	0.000351	0.000189	0.985271	0.015173	0.999207	"
"(3)	0.000339	0.000195	0.983739	0.017016	0.999207	"
อะซิติกไฮดรอกไซด์ 0.07(1)	0.000340	0.000165	0.998383	0.001613	0.999937	"
"(2)	0.000278	0.000134	0.996255	0.003554	0.999986	"
"(3)	0.000356	0.000187	0.989029	0.011497	0.999838	"

ตารางที่ 5.11 ผลการทดสอบสารตัวอย่าง ครั้งที่ 2

ชนิดสารตัวอย่าง%v/v (ครั้งที่)	ค่าโบนารี					ผลการทดสอบที่ อ่านได้
เอทิลแอลกอฮอล์0.03(1)	0.000055	0.000083	0.011551	0.988778	0.004813	เอทิลแอลกอฮอล์
"(2)	0.000059	0.000086	0.010291	0.990301	0.009103	"
"(3)	0.000056	0.000081	0.013655	0.987423	0.030510	"
เอทิลแอลกอฮอล์0.05(1)	0.000160	0.000202	0.000362	0.999648	0.000032	"
"(2)	0.000159	0.000202	0.000403	0.999612	0.000036	"
"(3)	0.000153	0.000200	0.001131	0.998935	0.000070	"



ตารางที่ 5.11 ผลการทดสอบสารตัวอย่าง ครั้งที่ 2(ต่อ)

ชนิดสารตัวอย่าง%v/v (ครั้งที่)	ค่าไมนารี					ผลการทดสอบที่ อ่านได้
เอทิลแอลกอฮอล์0.07(1)	0.000211	0.000217	0.009942	0.990449	0.000861	เอทิลแอลกอฮอล์
"(2)	0.000212	0.000224	0.010937	0.989750	0.000887	"
"(3)	0.000208	0.000215	0.009291	0.991147	0.003019	"
อะซิโตน 0.03(1)	0.000306	0.000242	0.174829	0.855026	0.999699	อะซิโตน
"(2)	0.000303	0.000241	0.104581	0.914487	0.999593	"
"(3)	0.000292	0.000238	0.041378	0.966673	0.999351	"
อะซิโตน 0.05(1)	0.000339	0.000131	0.021877	0.976903	0.999998	"
"(2)	0.000326	0.000127	0.021328	0.977470	0.999999	"
"(3)	0.000319	0.000132	0.029999	0.968901	0.999999	"
อะซิโตน 0.07(1)	0.000301	0.000106	0.356410	0.620593	1.000000	สารไม่ทราบชนิด
"(2)	0.000295	0.000106	0.176915	0.809837	1.000000	อะซิโตน
"(3)	0.000310	0.000114	0.080365	0.914580	1.000000	"
แอมโมเนีย 0.03(1)	0.000021	0.000031	1.000000	0.000000	0.002098	แอมโมเนีย
"(2)	0.000017	0.000029	1.000000	0.000000	0.000128	"
"(3)	0.000014	0.000026	1.000000	0.000000	0.000034	"
แอมโมเนีย 0.05(1)	0.000017	0.000024	1.000000	0.000000	0.000260	"
"(2)	0.000017	0.000024	1.000000	0.000000	0.000165	"
"(3)	0.000015	0.000023	1.000000	0.000000	0.000073	"
แอมโมเนีย 0.07(1)	0.000017	0.000022	1.000000	0.000000	0.000226	"
"(2)	0.000017	0.000022	1.000000	0.000000	0.000219	"
"(3)	0.000017	0.000022	1.000000	0.000000	0.000243	"
อะซีตัลดีไฮด์ 0.03(1)	0.000250	0.000207	0.994406	0.006253	0.958963	อะซีตัลดีไฮด์
"(2)	0.000229	0.000204	0.997023	0.003391	0.952424	"
"(3)	0.000256	0.000217	0.992401	0.008746	0.970489	"
อะซีตัลดีไฮด์ 0.05(1)	0.000256	0.000157	0.999995	0.000006	0.999938	"
"(2)	0.000285	0.000178	0.999938	0.000068	0.999866	"
"(3)	0.000270	0.000179	0.999980	0.000022	0.999862	"
อะซีตัลดีไฮด์ 0.07(1)	0.000262	0.000152	0.999997	0.000003	0.999964	"
"(2)	0.000318	0.000177	0.999908	0.000100	0.999937	"
"(3)	0.000321	0.000185	0.999871	0.000142	0.999869	"



ตารางที่ 5.12 ผลการทดสอบสารตัวอย่าง ครั้งที่ 3

ชนิดสารตัวอย่าง%v/v (ครั้งที่)	ค่าเบนารี					ผลการทดสอบที่ อ่านได้
เอทิลแอลกอฮอล์0.03(1)	0.000054	0.000078	0.005802	0.994759	0.005242	เอทิลแอลกอฮอล์
“(2)	0.000053	0.000077	0.007535	0.993480	0.007959	“
“(3)	0.000050	0.000071	0.010633	0.991035	0.037724	“
เอทิลแอลกอฮอล์0.05(1)	0.000149	0.000208	0.000673	0.999402	0.000005	“
“(2)	0.000145	0.000204	0.000684	0.999403	0.000008	“
“(3)	0.000143	0.000203	0.000901	0.999222	0.000007	“
เอทิลแอลกอฮอล์0.07(1)	0.000197	0.000228	0.006097	0.994535	0.000032	“
“(2)	0.000191	0.000225	0.011254	0.989956	0.000056	“
“(3)	0.000201	0.000232	0.008199	0.992745	0.000070	“
อะซิโตน 0.03(1)	0.000296	0.000229	0.002116	0.998071	0.626057	สารไม่ทราบชนิด
“(2)	0.000283	0.000230	0.005977	0.994657	0.737067	อะซิโตน
“(3)	0.000278	0.000237	0.003142	0.997266	0.722103	“
อะซิโตน 0.05(1)	0.000320	0.000223	0.043274	0.960484	0.976088	“
“(2)	0.000308	0.000220	0.043224	0.960261	0.969352	“
“(3)	0.000311	0.000215	0.086847	0.919607	0.988407	“
อะซิโตน 0.07(1)	0.000276	0.000087	0.536620	0.408033	0.999999	สารไม่ทราบชนิด
“(2)	0.000300	0.000093	0.246748	0.714116	0.999999	อะซิโตน
“(3)	0.000316	0.000100	0.205361	0.763410	0.999999	“
แอมโมเนีย 0.03(1)	0.000022	0.000032	1.000000	0.000000	0.001165	แอมโมเนีย
“(2)	0.000018	0.000029	1.000000	0.000000	0.000059	“
“(3)	0.000015	0.000027	1.000000	0.000000	0.000013	“
แอมโมเนีย 0.05(1)	0.000014	0.000025	1.000000	0.000000	0.000004	“
“(2)	0.000016	0.000021	1.000000	0.000000	0.000020	“
“(3)	0.000016	0.000021	1.000000	0.000000	0.000027	“
แอมโมเนีย 0.07(1)	0.000015	0.000021	1.000000	0.000000	0.000007	“
“(2)	0.000016	0.000020	1.000000	0.000000	0.000023	“
“(3)	0.000016	0.000020	1.000000	0.000000	0.000036	“
อะซิโตนไฮดรอกไซด์ 0.03(1)	0.000205	0.000139	0.999828	0.000160	0.997262	อะซิโตนไฮดรอกไซด์
“(2)	0.000220	0.000162	0.997097	0.002803	0.961252	“
“(3)	0.000213	0.000175	0.982495	0.017227	0.595188	สารไม่ทราบชนิด



ตารางที่ 5.12 ผลการทดสอบสารตัวอย่าง ครั้งที่ 3(ต่อ)

ชนิดสารตัวอย่าง%v/v (ครั้งที่)	ค่าไบนารี					ผลการทดสอบที่ อ่านได้
อะซิติกไฮดรอกไซด์ 0.05(1)	0.000286	0.000147	0.999833	0.000153	0.998551	อะซิติกไฮดรอกไซด์
"(2)	0.000306	0.000170	0.998527	0.001441	0.994883	"
"(3)	0.000311	0.000177	0.997242	0.002753	0.994725	"
อะซิติกไฮดรอกไซด์ 0.07(1)	0.000315	0.000156	0.999859	0.000134	0.998625	"
"(2)	0.000227	0.000102	0.870848	0.109223	0.999955	"
"(3)	0.000340	0.000175	0.998003	0.001966	0.997125	"

จากผลการทดสอบหัวข้อที่ 5.3.1 (การทดสอบจากผลครั้งสุดท้ายในการตรวจวัด) และหัวข้อที่ 5.3.2 (การทดสอบสารตัวอย่างความเข้มข้นช่วงระหว่าง 0.01%v/v ถึง 0.1%v/v) จะถูกต้องทั้งหมด แต่หัวข้อที่ 5.3.3 การทดสอบจากผลการตรวจวัดใหม่ซ้ำหลายครั้ง ผลการทดสอบของ น้ำ ,เอทิลแอลกอฮอล์ และแอมโมเนีย จะถูกต้องทั้งหมด แต่ผลการทดสอบของ อะซิโตนของการตรวจวัดซ้ำใหม่ครั้งที่ 2 และ อะซิโตน และอะซิติกไฮดรอกไซด์ ของการตรวจวัดซ้ำใหม่ครั้งที่ 3 ยังมีส่วนผิดพลาดอยู่ จากการวิเคราะห์ปัญหาของผลการทดลองพบว่าเมื่อหัวตรวจวัดถูกใช้งานไปเรื่อยๆแล้วค่าน้ำไฟฟ้าพื้นหลัง(Background) จะลดลงตามซึ่งเป็นผลทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เวลา 3 นาทีลดลงตาม ซึ่งเป็นผลทำให้ข้อมูลการทดสอบแตกต่างไปจากข้อมูลที่ใช้ในการเรียนรู้ ดังนั้นผลการวัดสัญญาณของสารตัวอย่างอะซิโตน และอะซิติกไฮดรอกไซด์ จะมีสัญญาณการวัดที่ใกล้เคียงกันจึงเป็นสาเหตุที่ทำให้ผลการทดสอบผิดพลาด วิธีแก้ปัญหานี้ได้ทดลองทำโดยการนำผลการตรวจวัดสารตัวอย่าง จากหัวข้อที่ 5.3.3 ครั้งที่ 1 ประกอบด้วย

1. สารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 0.05%v/v วัดซ้ำกัน 3 ครั้ง
2. สารละลายอะซิโตน ความเข้มข้น 0.05%v/v วัดซ้ำกัน 3 ครั้ง
3. สารละลายแอมโมเนีย ความเข้มข้น 0.05%v/v วัดซ้ำกัน 3 ครั้ง
4. สารละลายอะซิติกไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้น 0.05%v/v วัดซ้ำกัน 3 ครั้ง

นำผลการตรวจวัดสารตัวอย่างทั้งหมดนี้รวมกับชุดข้อมูลจากตารางที่ 5.3 ซึ่งจะมีชุดข้อมูลรวมกันเท่ากับ 64 ชุดข้อมูลด้วยกัน ป้อนให้กับระบบนิเวศการเรียนรู้โดยใช้ไฟล์ค่าน้ำหนักเดิม(ไฟล์ที่ใช้ทดสอบสารจากหัวข้อที่ 5.3 ทั้งหมด) ในการเรียนรู้จะเรียนรู้เพิ่มขึ้นอีก 10000 รอบ หลังจากนั้นจะนำไฟล์ค่าน้ำหนักใหม่ที่ได้จากการเรียนรู้เพิ่มขึ้น มาทดสอบผลการ



ตรวจวัดสารตัวอย่างหัวข้อที่ 5.3.3 ครั้งที่ 2 และ ครั้งที่ 3 ใหม่ ผลการทดสอบใหม่จากการเรียนรู้  
 เพิ่มแสดงได้จากตารางที่ 5.13 และตารางที่ 5.14 ตาม ลำดับ

ตารางที่ 5.13 ผลการทดสอบสารตัวอย่างใหม่จากการตรวจวัดครั้งที่ 2

ชนิดสารตัวอย่าง%v/v (ครั้งที่)	ค่าไบนารี					ผลการทดสอบที่ อ่านได้
เอทิลแอลกอฮอล์0.03(1)	0.000085	0.000093	0.009917	0.990014	0.003701	เอทิลแอลกอฮอล์
“(2)	0.000090	0.000097	0.009233	0.990951	0.007123	“
“(3)	0.000086	0.000091	0.012788	0.987768	0.024499	“
เอทิลแอลกอฮอล์0.05(1)	0.000252	0.000237	0.000327	0.999658	0.000030	“
“(2)	0.000249	0.000237	0.000369	0.999617	0.000034	“
“(3)	0.000239	0.000235	0.001070	0.998915	0.000067	“
เอทิลแอลกอฮอล์0.07(1)	0.000334	0.000262	0.009579	0.990166	0.001098	“
“(2)	0.000336	0.000270	0.010951	0.988983	0.001141	“
“(3)	0.000328	0.000259	0.008618	0.991273	0.003900	“
อะซิโตน 0.03(1)	0.000460	0.000287	0.153001	0.870382	0.999754	อะซิโตน
“(2)	0.000457	0.000287	0.089946	0.924472	0.999676	“
“(3)	0.000443	0.000284	0.035516	0.970396	0.999506	“
อะซิโตน 0.05(1)	0.000482	0.000152	0.008384	0.991787	0.999997	“
“(2)	0.000458	0.000146	0.007742	0.992508	0.999999	“
“(3)	0.000450	0.000153	0.011429	0.989083	0.999999	“
อะซิโตน 0.07(1)	0.000412	0.000120	0.166956	0.836553	1.000000	“
“(2)	0.000404	0.000120	0.067489	0.934931	1.000000	“
“(3)	0.000427	0.000130	0.029015	0.972231	1.000000	“
แอมโมเนีย 0.03(1)	0.000028	0.000036	1.000000	0.000000	0.001814	แอมโมเนีย
“(2)	0.000023	0.000033	1.000000	0.000000	0.000101	“
“(3)	0.000019	0.000030	1.000000	0.000000	0.000025	“
แอมโมเนีย 0.05(1)	0.000024	0.000027	1.000000	0.000000	0.000251	“
“(2)	0.000023	0.000027	1.000000	0.000000	0.000158	“
“(3)	0.000021	0.000025	1.000000	0.000000	0.000066	“
แอมโมเนีย 0.07(1)	0.000024	0.000025	1.000000	0.000000	0.000228	“
“(2)	0.000023	0.000025	1.000000	0.000000	0.000218	“
“(3)	0.000023	0.000025	1.000000	0.000000	0.000245	“





ตารางที่ 5.13 ผลการทดสอบสารตัวอย่างใหม่จากผลการตรวจวัดครั้งที่ 2 (ต่อ)

ชนิดสารตัวอย่าง%v/v (ครั้งที่)	ค่าใบนารี					ผลการทดสอบที่ อ่านได้	
อะซีตัลดีไฮด์ 0.03(1)	0.000317	0.000247	0.994551	0.005964	0.968533	อะซีตัลดีไฮด์	
	"(2)	0.000346	0.000244	0.997187	0.003136		0.964475
	"(3)	0.000387	0.000258	0.992692	0.008189		0.977517
อะซีตัลดีไฮด์ 0.05(1)	0.000353	0.000176	0.999994	0.000006	0.999924	"	
	"(2)	0.000402	0.000204	0.999934	0.000075		0.999849
	"(3)	0.000381	0.000203	0.999980	0.000023		0.999847
อะซีตัลดีไฮด์ 0.07(1)	0.000358	0.000169	0.999997	0.000004	0.999953	"	
	"(2)	0.000446	0.000201	0.999901	0.000112		0.999924
	"(3)	0.000456	0.000212	0.999865	0.000152		0.999850

ตารางที่ 5.14 ผลการทดสอบสารตัวอย่างใหม่จากผลการตรวจวัดครั้งที่ 3

ชนิดสารตัวอย่าง%v/v (ครั้งที่)	ค่าใบนารี					ผลการทดสอบที่ อ่านได้	
เอทิลแอลกอฮอล์0.03(1)	0.000082	0.000087	0.005242	0.995130	0.003967	เอทิลแอลกอฮอล์	
	"(2)	0.000080	0.000086	0.007139	0.993675		0.006059
	"(3)	0.000075	0.000078	0.010476	0.990988		0.029664
เอทิลแอลกอฮอล์0.05(1)	0.000230	0.000241	0.000686	0.999340	0.000004	"	
	"(2)	0.000224	0.000236	0.000705	0.999334		0.000007
	"(3)	0.000220	0.000235	0.000943	0.999119		0.000006
เอทิลแอลกอฮอล์0.07(1)	0.000311	0.000272	0.006646	0.993507	0.000037	"	
	"(2)	0.000301	0.000269	0.012285	0.988070		0.000066
	"(3)	0.000317	0.000278	0.009072	0.991244		0.000084
อะซีโตน 0.03(1)	0.000464	0.000276	0.004689	0.998381	0.713306	อะซีโตน	
	"(2)	0.000442	0.000277	0.004886	0.995419		0.798514
	"(3)	0.000434	0.000285	0.002667	0.997551		0.787985
อะซีโตน 0.05(1)	0.000491	0.000269	0.033727	0.968285	0.981601	"	
	"(2)	0.000474	0.000265	0.033537	0.968315		0.976546
	"(3)	0.000473	0.000257	0.066233	0.937611		0.990821



ตารางที่ 5.14 ผลการทดสอบสารตัวอย่างใหม่จากการตรวจวัดครั้งที่ 3 (ต่อ)

ชนิดสารตัวอย่าง%v/v (ครั้งที่)	ค่าโบนารี					ผลการทดสอบที่ อ่านได้		
อะซิโตน 0.07(1)	0.000383	0.000100	0.265736	0.717205	0.999998	อะซิโตน		
	"(2)	0.000416	0.000107	0.100488	0.893204		"	
	"(3)	0.000441	0.000115	0.085206	0.909816		0.999998	"
แอมโมเนีย 0.03(1)	0.000031	0.000037	0.999999	0.000000	0.000967	แอมโมเนีย		
	"(2)	0.000024	0.000033	1.000000	0.000000		0.000044	"
	"(3)	0.000021	0.000031	1.000000	0.000000		0.000009	"
แอมโมเนีย 0.05(1)	0.000019	0.000029	1.000000	0.000000	0.000003	"		
	"(2)	0.000022	0.000024	1.000000	0.000000		0.000017	"
	"(3)	0.000021	0.000024	1.000000	0.000000		0.000023	"
แอมโมเนีย 0.07(1)	0.000021	0.000024	1.000000	0.000000	0.000006	"		
	"(2)	0.000023	0.000023	1.000000	0.000000		0.000021	"
	"(3)	0.000022	0.000022	1.000000	0.000000		0.000033	"
อะซีทัลดีไฮด์ 0.03(1)	0.000298	0.000163	0.999782	0.000215	0.997386	อะซีทัลดีไฮด์		
	"(2)	0.000329	0.000193	0.996614	0.03343		0.967925	"
	"(3)	0.000326	0.000211	0.981126	0.010500		0.705461	"
อะซีทัลดีไฮด์ 0.05(1)	0.000415	0.000170	0.999815	0.000179	0.998509	"		
	"(2)	0.000454	0.000201	0.998415	0.001571		0.995264	"
	"(3)	0.000461	0.000210	0.997006	0.003013		0.995173	"
อะซีทัลดีไฮด์ 0.07(1)	0.000457	0.000181	0.999856	0.000141	0.998582	"		
	"(2)	0.000324	0.000119	0.738178	0.247437		0.999950	"
	"(3)	0.000502	0.000206	0.997877	0.002108		0.997232	"

จากการเรียนรู้เพิ่มขึ้นแล้วนำไฟล์ค่าน้ำหนักใหม่มาทดสอบ จะทำให้ผลการทดสอบของการตรวจวัดครั้งที่ 2 และครั้งที่ 3 ถูกต้อง เนื่องจากว่าการนำชุดข้อมูลปัจจุบันสอนเพิ่มให้กับระบบนิเวศเน็ตเวิร์กจะสามารถแก้ปัญหาผลของค่าน้ำไฟฟ้าพื้นหลังลดลงตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นแล้ว และการสอนเพิ่มให้กับระบบนิเวศเน็ตเวิร์กโดยใช้ไฟล์ค่าน้ำหนักเดิมที่ได้เรียนรู้ ยังใช้เวลาในเรียนรู้น้อยกว่าการเริ่มการเรียนรู้ใหม่ ซึ่งไม่ใช่ไฟล์ค่าน้ำหนักเดิมที่ได้เรียนรู้มาแล้ว การทำในลักษณะเช่นนี้สามารถเรียกได้ว่าเป็นการเรียนรู้แบบปรับตัว(adaptive learning)



## สรุป

จากผลการทดลองได้วัดสารตัวอย่าง น้ำบริสุทธิ์ ,เอทิลแอลกอฮอล์ ,อะซิโตน , แอมโมเนีย และอะซิคลิไฮด์ ที่มีความเข้มข้นอยู่ในช่วงระหว่าง 0.01%v/v ถึง 0.1%v/v จากนั้นได้นำค่าสัญญาณสารตัวอย่าง ความเข้มข้น 0.01% ,0.05% และ 0.1%v/v พร้อมกับค่าเอาท์พุทเป้าหมายป้อนให้กับระบบนิรอลเน็ตเวอร์กเรียนรู้ โดยกำหนดให้เน็ตเวอร์กมี 3 เลเยอร์ ประกอบด้วย อินพุตเลเยอร์ 9 โหนด ,เลเยอร์ภายใน 36 โหนด และเอาท์พุทเลเยอร์ 5 โหนด หลังจากระบบเรียนรู้เรียบร้อยแล้วจะนำค่าสัญญาณสารตัวอย่าง ความเข้มข้นอยู่ในช่วงระหว่าง 0.01%v/v ถึง 0.1% v/v มาทดสอบ ซึ่งผลการทดสอบถูกต้อง แต่เมื่อทดสอบโดยทำการวัดสารตัวอย่างซ้ำใหม่หลายครั้ง ผลการทดสอบสารตัวอย่าง น้ำ ,เอทิลแอลกอฮอล์ และแอมโมเนีย สามารถทดสอบได้ถูกต้อง แต่ผลของ อะซิโตน และอะซิคลิไฮด์ ยังมีส่วนผิดพลาดอยู่ สาเหตุที่ผิดพลาดเนื่องจากว่าเมื่อหวัตรวจวัดก๊าซถูกใช้งานแล้วค่านาฬิกาพื้นหลังจะลดลงทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เวลา 3 นาทีลดลง ซึ่งจะทำให้การทดสอบผิดพลาด การแก้ปัญหาทำได้โดยการนำผลการวัดของสารตัวอย่างที่วัดได้ใหม่มาสอนเพิ่มให้กับระบบนิรอลเน็ตเวอร์กในลักษณะการเรียนรู้แบบปรับตัว

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## บทที่ 6



### สรุปผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การประยุกต์ใช้นิวรอลเน็ตเวิร์กสำหรับการตรวจรู้ก๊าซ สามารถสรุปเป็นข้อๆ ได้ดังนี้

1. ได้ศึกษาทฤษฎีและหลักการของนิวรอลเน็ตเวิร์ก
2. ได้ออกแบบและเขียนซอฟต์แวร์จากโครงสร้างอัลกอริทึมนิวรอลเน็ตเวิร์กแบบBack propagation
3. ได้ออกแบบและเขียนซอฟต์แวร์ในส่วนของการวัดและส่วนแสดงผล
4. จากการสร้างและพัฒนาาระบบตรวจวัดก๊าซ ทำให้ได้ระบบตรวจวัดก๊าซที่มีลักษณะเด่น ดังต่อไปนี้
  - 4.1. สามารถปรับเปลี่ยนหัวตรวจวัดก๊าซได้อย่างสะดวก
  - 4.2. มีความซับซ้อนในการใช้น้อย เนื่องจากว่าระบบที่ใช้เป็นระบบอัตโนมัติ
  - 4.3. ระบบที่สร้างขึ้นสามารถพัฒนาเพื่อใช้กับประโยชน์กับงานต่างๆ ได้มากมาย
5. จากการทดลองวัดสารตัวอย่าง ได้กำหนดเวลาในการวัดสัญญาณ 4 นาที ต่อการวัด 1 ครั้ง วัดทั้งหมด 5 ครั้ง สารตัวอย่างที่วัดประกอบด้วย
  - 5.1. น้ำบริสุทธิ์
  - 5.2. สารละลายเอทิลแอลกอฮอล์ ความเข้มข้น 0.01% ,0.03% ,0.05% ,0.07% และ 0.1%v/v ในน้ำบริสุทธิ์
  - 5.3. สารละลายอะซิโตน ความเข้มข้น 0.01% ,0.03% ,0.05% ,0.07% และ 0.1% v/v ในน้ำบริสุทธิ์
  - 5.4. สารละลายแอมโมเนีย ความเข้มข้น 0.01% ,0.03% ,0.05% ,0.07% และ 0.1%v/v ในน้ำบริสุทธิ์
  - 5.5. สารละลายอะซิติกไฮโดร ความเข้มข้น 0.01% ,0.03% ,0.05% ,0.07% และ 0.1%v/v ในน้ำบริสุทธิ์
6. การนำชุดข้อมูลป้อนเข้าระบบนิวรอลเน็ตเวิร์กเพื่อการเรียนรู้ จะนำผลการวัดสัญญาณ สารตัวอย่าง 4 ครั้งแรกจากหัวข้อที่ 5 ซึ่งประกอบด้วย น้ำบริสุทธิ์ ,เอทิลแอลกอฮอล์ ,



อะซิโตน ,แอมโมเนีย และอะซิโตนไดไฮด์ สารตัวอย่างทั้งหมดมีความเข้มข้น 0.01% ,0.05% และ 0.1%v/v ผลการวัดทั้งหมดนี้จะใช้เป็นข้อมูลในการเรียนรู้ โดยกำหนดให้เน็ตเวอร์ก มี 3 เลเยอร์ ประกอบด้วย

6.1. อินพุตเลเยอร์ 9 โหนด ประกอบด้วย ค่า 0.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่สูงสุด , ค่า 0.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่เวลา 1นาที่ 57 วินาที และค่า 0.1 เท่าของแรงดันไฟฟ้าที่เวลา 3 นาที่ ของหัวตรวจวัดก๊าซทั้ง 3 ตัว

6.2. เลเยอร์ภายใน 36 โหนด

6.3. เอาท์พุตเลเยอร์ 5 โหนด ซึ่งใช้ค่าไบนารีแทนชนิดสารตัวอย่าง

6.4. จำนวนรอบในการเรียนรู้สำหรับชุดข้อมูลนี้เท่ากับ 40000 รอบ

7. ผลการทดสอบ จะแบ่งการทดสอบออกเป็นข้อๆได้ดังนี้

7.1. การทดสอบจากผลครั้งสุดท้ายในการตรวจวัด

การทดสอบโดยการนำผลการวัดสารตัวอย่างครั้งที่ 5 จากหัวข้อที่ 5 มาทดสอบ ซึ่งสามารถทดสอบได้ถูกต้อง 100%

7.2. การทดสอบสารตัวอย่างความเข้มข้นช่วงระหว่าง 0.01%v/v ถึง 0.1%v/v

การทดสอบโดยการนำผลการวัดสารตัวอย่างจากหัวข้อที่ 5 ความเข้มข้น 0.03% ,0.05% และ 0.07%v/v ซึ่งสามารถทดสอบได้ถูกต้อง 100%

7.3. การทดสอบจากผลการตรวจวัดใหม่ซ้ำหลายครั้ง

การทดสอบโดยทำการวัดสารตัวอย่างซ้ำใหม่ 3 ครั้งแล้วนำมาทดสอบโดยใช้ไฟล์ค่าน้ำหนักจากการเรียนรู้เดิม ซึ่งสามารถทดสอบสารตัวอย่าง น้ำบริสุทธิ์ ,เอทิลแอลกอฮอล์ และแอมโมเนียได้อย่างถูกต้อง แต่ผลการทดสอบอะซิโตน และอะซิโตนไดไฮด์ ยังผิดพลาดอยู่ เนื่องจากหัวตรวจวัดก๊าซถูกใช้งานแล้วค่านำไฟฟ้าพื้นหลังจะลดลงทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เวลา 3 นาที่ ลดลงตามซึ่งทำให้ผลการทดสอบผิดพลาด การแก้ปัญหาทำได้โดยมีการนำผลการวัดของสารตัวอย่างที่วัดได้ใหม่สอนเพิ่มให้กับระบบนิเวศเน็ตเวอร์กจำนวน 10000 รอบ(สำหรับชุดข้อมูลนี้) และนำผลการวัดมาทดสอบใหม่จากการเรียนรู้เพิ่ม ซึ่งสามารถทดสอบได้ถูกต้อง