คุณสุวิทย์ ศรีสุข

ขอเล่าเท่าที่รู้... เสนอประสบการณ์ในการทำ take home examination

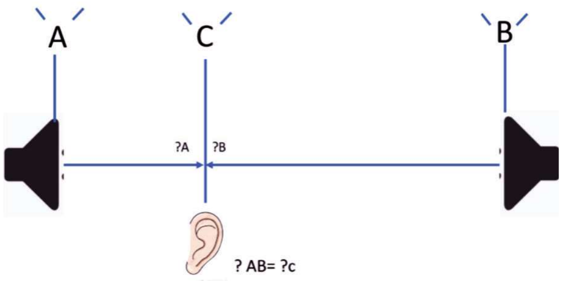
ขอเล่าเท่าที่รู้...**เสนอประสบการณ์ในการทำ take home examination** แปลง่ายๆ คือ การสอบที่ทำเองที่บ้าน ด้วยวิธีการใดก็ได้ เมื่อโลกเปลี่ยน การเข้าถึงความรู้เปลี่ยน ใยต้องสอบด้วยวิธีเดิมๆ ที่เคร่งเครียด ขอเสนอทุกท่านเรียนรู้ทั้งเนื้อหา ความรู้ แลกรอบขอบเขตการทำข้อสอบแบบนี้ ในการทำข้อสอบส่ง จักต้องเขียนด้วยลายมือยกเว้นรูป แลตารางที่ใช้คำนวณประกอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ขอนำเสนองานเขียนฝากท่านผู้อ่านไว้ ดังนี้

เฉลยข้อสอบ แลแบบทดสอบของ Take home examination

<u>โจทย์...</u>

ข้อ 1 ให้อธิบาย พรรณนาการได้รับฟังเสียงหูของมนุษย์โดยเฉลี่ย เมื่อได้รับฟังเสียงจาก 2 แหล่งกำเนิดเสียง พร้อมแสดงการคำนวณโดยละเอียด ตามลำดับดังนี้

ข้อ 1.1/4 อาคารชุดพักอาศัยแห่งหนึ่งติดตั้งกระดิ่งของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มี Sound pressure level (SPL) ขนาด 92 dBA/3m/1W ติดตั้งห่างกันในทางเดินหน้าห้องพักอาศัย ระยะ 15 เมตร เมื่อผู้สังเกตอยู่ห่างจากกระดิ่งชุดหนึ่ง 6 เมตร แลห่างจากอีกจุดหนึ่ง 9 เมตร ดังที่แสดงในรูปเป็นจุด A B ตามลำดับ โดยผู้สังเกตุอยู่ที่จุด C



ให้วิเคราะห์ความดังที่จุด C

ข้อ 1.1.1/3 ค่าความดัง **?A dBA**
ที่จุด 'C' เนื่องมาจากกระดิ่งจากจุด 'A' ชุดเดียว

ข้อ 1.1.2/3 ค่าความดัง **?B dBA**
ที่จุด 'C' เนื่องมาจากกระดิ่งจากจุด 'B' ชุดเดียว

ข้อ 1.1.3/3 ค่าความดัง **?AB dBA (?C)**
ที่จุด 'C' เนื่องมาจากกระดิ่งทั้งจากจุด 'A' แลจากจุด 'B'

<u>เฉลย...</u>

กระดิ่งของระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้มี SPL) ขนาด 92 dBA/3m/1W ขั้นตอนการวิเคราะห์ ประกอบด้วย 2 ขั้นตอน 1) พิจารณาว่า ที่จุด C ได้ยินเสียงจากแต่ละกระดิ่งเท่ากับเท่าใด 2) พิจารณาว่า ที่จุด C ได้ยินเสียงจากกระดิ่งทั้งสองรวมเท่ากับเท่าใด หน่วยที่ใช้ในการคำนวณจักใช้ใน A-weighting ฤๅที่ dBA

แนวทางที่นำมาใช้อ้างอิง ประกอบด้วย 2 สูตรคำนวณ ดังนี้

1) ขนาดของความดัง เนื่องจาก กำลังการอัดอากาศ

$$L_W = 10\log_{10}\left(W/W_{ref}\right) \qquad (dB)$$

2) ขนาดของความดังเนื่องจากระยะทางใช้สูตรเดียวกับขนาดของขนาดของ Sound Pressure Level โดยการเปลี่ยนค่าตัวแปรจาก P แล Pref เป็น D แล Dref

$$L_p = 20\log_{10}\left(p/p_{ref}\right) \qquad (dB)$$

การหาขนาดความดังจากกระดิ่งแต่ละตัว

การได้ยินเสียงที่จุด C อันเนื่องมาจากกระดิ่งที่จุด A เป็นขนาดการลดลงของปริมาณเสียงเนื่องจากระยะทางเป็น -dBA = -20*log 10(6/3) = -6.02 dBA ดังนี้แล้วจักทำให้ได้ยินเสียงที่จุด C อันเนื่องมาจากกระดิ่งที่จุด A เท่ากับ 92 - 6.02 = 86 dBA **ทำให้สามารถตอบคำถาม ข้อ 1.1.1/3 ค่าความดัง 86 dBA ที่จุด C เนื่องมาจากกระดิ่งจากจุด A ชุดเดียว** แล การได้ยินเสียงที่จุด C อันเนื่องมาจากกระดิ่งที่จุด B ทำนองเดียวกันสามารถคำนวณขนาดการลดลงของปริมาณเสียงเนื่องจากระยะทางเป็น -dBA = -20*log10(9/3) = -9.54 dBA ดังนี้แล้วจักทำให้ได้ยินเสียงที่จุด C อันเนื่องมาจากกระดิ่งที่จุด B เท่ากับ 92 - 9.54 = 82 dBA ทำให้สามารถ**ตอบคำถาม ข้อ 1.1.2/3 ค่าความดัง 82 dBA ที่จุด C เนื่องมาจากกระดิ่งจากจุด B ชุดเดียว**

ถัดไปเป็นรวมปริมาณเสียงที่ได้รับมาจากกระดิ่งสองตัวข้างต้น ซึ่งไม่สามารถนำมารวมกันด้วยการบวกกันทางเลขคณิตเฉยๆ ได้ หากแต่ต้องรวมกันด้วยวิธี logarithm โดยวิธีการขั้นตอนต้องแปลงค่าของขนาดความดัง dBA ให้เป็นกำลังทางไฟฟ้า ที่มีหน่วยเป็นวัตต์ การอ้างอิงกำลังไฟฟ้าของขนาดความดังที่มากกว่า เป็น 1

วัตต์ แล้วคำนวณหาขนาดความดังที่เพิ่มขึ้น ผลที่ได้นำไปรวมกับขนาดความดังที่มากกว่าดังกล่าว

ขนาดความดังที่มากกว่าเท่ากับ 86 dBA สมมติมีกำลังไฟฟ้าเท่ากับ 1 วัตต์ แล ขนาดความดังที่มากกว่าเท่ากับ 82 dBA สมมติมีกำลังไฟฟ้าเท่ากับ ? วัตต์ (W) ก่อนที่วิเคราะห์ต่อไปขอกำหนดตัวแปรเพื่อหาสมการทั่วไปที่จักสามารถนำไปใช้ในข้อถัดๆ ไปได้อีก ดังนี้ กำหนดให้ ขนาดความดังที่มากกว่า คือ DBmore = 86 dBA ขนาดความขนาดความดังที่น้อยกว่า คือ DBless = 82 dBA ขนาดกำลังที่มากกว่า คือ Wmore = Wref = 1 วัตต์ ขนาดกำลังที่น้อยกว่า คือ Wless ทำให้มีผลต่างของค่าความดัง ดังนี้

DBmore - DBless = 10 * log10(Wmore / Wref) - 10 * log10 (Wless / Wref)

DBmore - DBless = 10 * log10(1 / 1) - 10 * log10(Wless / 1)

DBmore - DBless = 0 - 10 * log10(Wless)

log10(Wless) = - (DBmore - DBless) / 10

อ้างอิงหลักการ antilogarithm ได้ผลลัพธ์เป็นดังนี้

Wless = 10 ^ (- (DBmore - DBless) / 10)

Wless = 10 ^ ((DBless - DBmore) / 10)

แทนค่าสมการข้างต้นเพื่อหาค่า Wless = 10^((82-86)/10)=0.40 วัตต์

ทำให้เราทราบว่า กำลังไฟฟ้าที่จุดนี้มีค่าเท่ากับกำลังไฟฟ้าที่เกิดจากเสียงที่สูงกว่า รวมเข้ากับเสียงที่ค่อยกว่าเป็นสัดส่วนที่สูงขึ้นเท่ากับ 1+0.40 = 1.40 วัตต์ สามารถคำนวณเป็นปริมาณของเสียงที่เพิ่มขึ้น เป็นตัวแปร DBadd มีค่าเท่ากับ DBadd = 10 * log10(1.40 / 1) = 1.46 dBA

ดังนี้แล้วที่ตำแหน่งผู้สังเกตได้รับเสียงจากสองแหล่งเสียงจึงได้รับเสียงที่ดังกว่ารวมเพิ่มด้วยเสียงแบบเดียวกันด้วยความดังของเสียงที่ค่อยกว่า สามารถคำนวณได้เป็น DBmore + DBadd = 86 + 1.46 = 87.46 เนื่องจากค่าความดังเป็นเลขจำนวนเต็ม ดังนั้นค่าที่ได้คือ 87 dBA ทำให้สามารถ**ตอบคำถาม ข้อ 1.1.1/3 ค่าความดัง 87 dBA ที่จุด C เนื่องมาจากกระดิ่งจากจุด A แลจากจุด B**

<u>โจทย์...</u>

ข้อ 1.2/4 **ให้พรรณนาวิธีการคำนวณหาขนาดของความดัง dBA ที่เพิ่มให้กับขนาดความดังที่ดังกว่า ด้วยสูตรคำนวณใด**

แนวทางการนำเสนอ ใช้ dBA ของเสียงที่ดังกว่า คำนวณด้วยสูตร logarithms หาขนาดวัตต์ อ้างอิงที่ 1 วัตต์ แล dBA ที่ต่ำกว่าจักได้วัตต์ที่ต่ำกว่า 1 วัตต์ แล้วนำมารวมกัน ก็จักได้วัตต์รวม (เพิ่มขึ้นกี่เท่าตัว) แล้วคำนวณหาขนาดของความดังรวมเป็นสูตรทั่วไป

<u>เฉลย...</u>

จากข้อ 1.1/4 เราได้วิเคราะห์กำหนดแปรหลายตัว ตอนนี้เราจักนำมาอ้างอิงใช้งานโดยไม่ต้องกำหนดใหม่อีกครั้ง จักได้สมการเพื่อคำนวณหาขนาดของความดัง dBA ที่เพิ่มให้กับขนาดความดังที่ดังกว่า กรณีที่เป็นการรับเสียงมาจากสองแหล่งกำเนิดเสียงเป็นตัวแปร DBfinal ได้สมการเป็นดังนี้

DBfinal = DBmore + DBadd

โดยที่ DBadd = DBmore - DBless = 10 * log10(1 + Wless)

แทนค่า DBadd ในสมการของ Wfinal จะได้

DBfinal = DBmore + 10 * log10(1 + Wless)

โดยที่ Wless = 10 ^ ((DBless - DBmore) / 10)

แทนค่า Wless ในสมการของ DBfinal จะได้

DBfinal = DBmore+10*log10(1+10^((DBless-DBmore)/10))

สมการข้างต้นเป็นวิธีคำนวณหาขนาดของความดังรวมเป็นสูตรทั่วไป สำหรับสองแหล่งกำเนิดเสียงเท่านั้น

โจทย์...

ข้อ 1.3/4 ให้นำสูตรคำนวณ ในข้อ 1.2/4 ประยุกต์หาพิกัดการเพิ่มขึ้น เมื่อผลต่างของความดังเสียง (dBA) จักทำให้ความดังของ dBA ที่สูงขึ้นอีกเท่าใด เมื่อค่าความแตกต่างเท่ากับ 0, 1, 2, 3,..., 20 dBA จำนวน 21 ค่า ได้ผลลัพธ์เป็นตาราง

เฉลย...

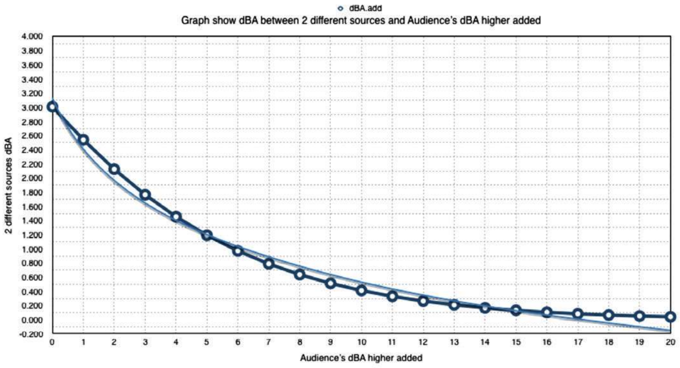
จากสมการในข้อ 1.2/4 คือ

DBfinal = DBmore+10*log10(1+10^((DBless-DBmore)/10))

นำค่าผลต่าง (DBless - DBmore) ที่เป็นลบ แทนค่าในสมการนำเข้าเป็นสูตรคำนวณในโปรแกรม Number ของ mac OS ฤๅโปรแกรม Excel ของ Microsoft Office ฤๅโปรแกรมอื่นๆ ที่ใช้งานทำนองเดียวกัน ในที่นี้เราใช้ค่าที่เป็นลบของ dBA.diff แทนค่าลงในตัวแปร (DBless - DBmore) ในสูตรคำนวณ ได้ผลลัพธ์นำไปพล็อตกราฟ แล้วเลือกเส้นอ้างอิงแนวโน้มที่เป็น logarithm

Delta for different dBA to add dBA to higher dBA sources

dBA.diff	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
dBA.add	3.010	2.539	2.124	1.764	1.455	1.193	0.973	0.790	0.639	0.515	0.414	0.332	0.266	0.212	0.170	0.135	0.108	0.086	0.068	0.054	0.043



โจทย์...

ข้อ 1.4/4 จากตารางข้อ 1.3/4 ให้พิจารณาขอบเขตการนำข้อมูลในตารางว่า ค่าความแตกต่างของเสียงเท่ากับเท่าใด จักทำให้สามารถเพิ่มค่าความดังของเสียงได้ อย่างมีนัยสำคัญ ขนาดค่าความดังแตกต่างสูงที่สุดเท่าใด แลให้วิเคราะห์กรณีที่ความแตกต่างเท่ากับศูนย์ มีความสัมพันธ์อย่างไรกับค่ากำลังวัตต์ของเสียงทางไฟฟ้า

เฉลย...

จากกราฟในข้อ 1.3/4 จักเห็นได้ว่า ตลอดค่าผลลัพธ์จากผลต่างของค่า dBA จาก 0 ถึง 5 ค่าที่คำนวณได้อยู่เหนือเส้นแนวโน้ม logarithm ในทิศทางที่ลดลง หลังจากนั้นค่าที่คำนวณได้มีค่าต่ำกว่าค่าแนวโน้ม logarithm ในทิศทางที่ลดลงจนกระทั่งตัดกับเส้นแนวโน้ม logarithm ที่ค่าความต่างของ dBA ที่ 15 dBA ค่าที่คำนวณมีทิศทางที่ทิ้งห่างเส้นแนวโน้มมากขึ้น นั่นแสดงในความหมายว่า ที่ค่าความต่างของสองแหลงกำเนิดเสียงที่มากกว่า 15 dBA ไม่นำมาคิด เนื่องจากค่าที่ได้เป็นทิศทางที่ไม่เป็นไปตามทิศทางของ logarithm ดังแสดงในกราฟข้างต้น

โจทย์...

ข้อ 2 (ประยุกต์ใช้งานนอกกรอบการอบรม) ความเข้าใจเกี่ยวกับ Noise Criteria Balance (NCB) ของ After Beranek ทั้ง 8 octaves พร้อมทั้งให้แปลงค่า NCB ทั้ง 8 octaves เป็นค่าความดัง dBA โดยให้วิเคราะห์ค่า NCB ตั้งแต่ NC-15 NC-20 NC-25 NC-30 NC-35 NC-40 NC-45 NC-50 NC-55 NC-60 NC-65 NC-70 ได้ผลลัพธ์สุดท้ายแสดงเป็นตารางพร้อมสังเคราะห์หาสูตรแบบจำลอง (General model formular)

เฉลย...

ในการวิเคราะห์เพื่อแปลงค่าความดังทั้ง 8 octave ของค่า NCB นั้นต้องอ้างอิงจากกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าความถี่ทั้งแปดอ็อกเตฟกับค่าความดังเป็น dB ดังแสดงในรูป

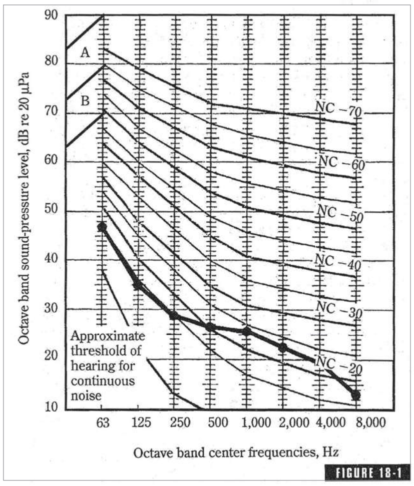


FIGURE 18-1

ในการตัดสินว่าเราจักแปลงจากค่า NC ที่เท่าใด ให้ดูเส้นกราฟของผลิตภัณฑ์ว่าเข้าใกล้เส้นกราฟใดที่ให้ค่า NC มากที่สุด จากรูปเส้นหนาเป็นค่าที่วัดค่าความดังของเสียงทั้ง 8 octave ตำแหน่งที่ใกล้ที่สุดคือที่ NC-25 เมื่อต้องการแปลงจากค่า NCB ไปเป็นค่า dBA มีแนวทาง แลลำดับในการคำนวณ ดังแสดงในรูป ดังนี้

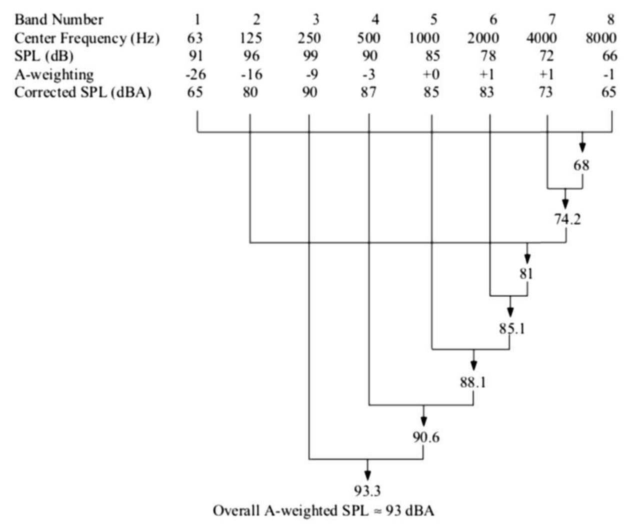


Figure 25-1. Determination of overall A-weighting SPL from levels in frequency bands.

เมื่อดำเนินการคำนวณแปลงค่าที่ละค่าของ NCB ตามวิธีการแลลำดับจากรูปข้างต้น จำต้องเลือกค่าความถี่กึ่งกลาง พร้อมกันนี้ยังต้องมีการปรับชดเชยขนาดความดังสัมพันธ์กับค่าความถี่ที่เรียกว่า Corrected SPL (dBA) ซึ่งได้นำมาจากข้อมูลในรูปต่อไปนี้

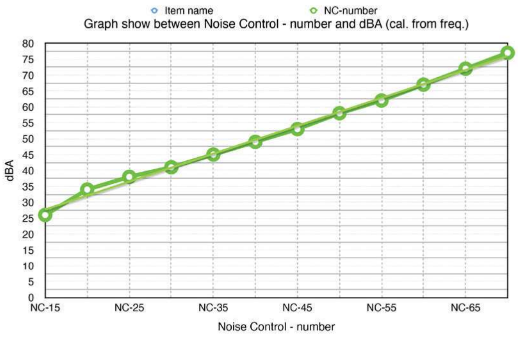
Table 25-2. A, B, and C Electrical Weighting Networks for the Sound-Level Meter. These numbers assume a flat, diffuse-field (random incidence) response for the sound-level meter and microphone

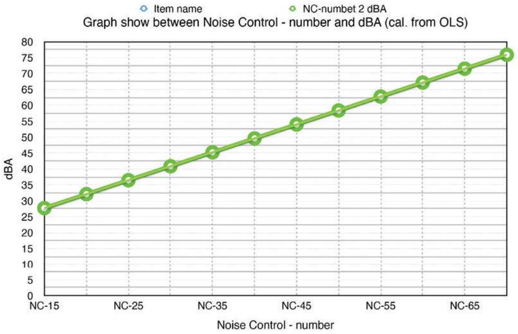
Frequency (Hz)	A-weighting relative response (dB)	B-weighting relative response (dB)	C-weighting relative response (dB)
25	-44.7	-20.4	-4.4
31.5	-39.4	-17.1	-3.0
40	-34.6	-14.2	-2.0
50	-30.2	-11.6	-1.3
63	-26.2	-9.3	-0.8
80	-22.5	-7.4	-0.5
100	-19.1	-5.6	-0.3
125	-16.1	-4.2	-0.2
160	-13.4	-3.0	-0.1
200	-10.9	-2.0	0
250	-8.6	-1.3	0
315	-6.6	-0.8	0
400	-4.8	-0.5	0
500	-3.2	-0.3	0
630	-1.9	-0.1	0
800	-0.8	0	0
1,000	0	0	0
1,250	+0.6	0	0
1,600	+1.0	0	-0.1
2,000	+1.2	-0.1	-0.2
2,500	+1.3	-0.2	-0.3
3,150	+1.2	-0.4	-0.5
4,000	+1.0	-0.7	-0.8
5,000	+0.5	-1.2	-1.3
6,300	-0.1	-1.9	-2.0
8,000	-1.1	-2.9	-3.0
10,000	-2.5	-4.3	-4.4
12,500	-4.3	-6.1	-6.2
16,000	-6.6	-8.4	-8.5
20,000	-9.3	-11.1	-11.2

เมื่อทั้งปรับค่าความดัง corrected แล้ว รวมค่าความดังด้วยวิธี logarithm แล้วจักได้ผลการคำนวณดังรูป ดังนี้

Table 1

frequency (Hz)	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	NC-number	NC-numbet 2 dBA
A-weighting	-26	-16	-9	-3	0	1	1	-1	NC-15 (dBA)	26
NC-test (dB)	91	96	99	90	85	78	72	66	NC-20 (dBA)	34
Adj. test (dB)	65	80	90	87	85	79	73	65	NC-25 (dBA)	38
NC-test_1 (dBA)								68	NC-30 (dBA)	41
NC-test_2 (dBA)							74		NC-35 (dBA)	45
NC-test_3 (dBA)						81			NC-40 (dBA)	49
NC-test_4 (dBA)					86				NC-45 (dBA)	53
NC-test_5 (dBA)				90					NC-50 (dBA)	58
NC-test_6 (dBA)			93						NC-55 (dBA)	62
NC-15 (dB)	38	36	29	22	17	14.5	12	11	NC-60 (dBA)	67
Adj. NC-15 (dB)	12	20	20	19	17	15.5	13	10	NC-65 (dBA)	72
NC-15 (dBA)			26	25	23	22	18	14	NC-70 (dBA)	77
NC-20 (dB)	50.5	40	33	26	22	19.5	17	16		
Adj. NC-20 (dB)	24.5	24	24	23	22	20.5	18	15	NC-numbet 2 dBA	OLS
NC-20 (dBA)			34	34	34	33	33	25	15	28
NC-25 (dB)	54	45	38	31	27	24.5	22	21	20	32
Adj. NC-25 (dB)	28	29	29	28	27	25.5	23	20	25	36
NC-25 (dBA)			38	37	37	36	35	29	30	41
NC-30 (dB)	57	48	41.5	35	31	29.5	28	27	35	45
Adj. NC-30 (dB)	31	32	32.5	32	31	30.5	29	26	40	50
NC-30 (dBA)			41	40	39	38	37	32	45	54
NC-35 (dB)	60	53	46.5	40	36	34.5	33	32	50	58
Adj. NC-35 (dB)	34	37	37.5	37	36	35.5	34	31	55	63
NC-35 (dBA)			45	44	43	42	40	36	60	67
NC-40 (dB)	64	57	51	45	41	39.5	38	37	65	72
Adj. NC-40 (dB)	38	41	42	42	41	40.5	39	36	70	76
NC-40 (dBA)			49	48	47	46	44	40		
NC-45 (dB)	67	60	54.5	49	46	44.5	43	42		
Adj. NC-45 (dB)	41	44	45.5	46	46	45.5	44	41		
NC-45 (dBA)			53	52	51	49	47	44		
NC-50 (dB)	71	64	59	54	51	49	48	47		
Adj. NC-50 (dB)	45	48	50	51	51	50	49	46		
NC-50 (dBA)			58	57	56	54	52	49		
NC-55 (dB)	74	67	63	58	56	54.5	53	52		
Adj. NC-55 (dB)	48	51	54	55	56	55.5	54	51		
NC-55 (dBA)			62	62	60	59	58	53		
NC-60 (dB)	77	71	67	63	61	59.5	58	57		
Adj. NC-60 (dB)	51	55	58	60	61	60.5	59	56		
NC-60 (dBA)			67	67	66	64	63	57		
NC-65 (dB)	80	75	71.5	68	66	64	63	62		
Adj. NC-65 (dB)	54	59	62.5	65	66	65	64	61		
NC-65 (dBA)			72	72	71	69	68	62		
NC-70 (dB)	83	79	75.5	72	71	70	69	68		
Adj. NC-70 (dB)	57	63	66.5	69	71	71	70	67		
NC-70 (dBA)			77	77	76	75	74	67		





เมื่อนำข้อมูลผลการคำนวณมาพล็อตกราฟ จักเห็นได้ว่า เป็นกราฟเส้นตรง สอดคล้องกับเส้นแนวโน้มที่โปรแกรม พล็อตออกมา อีกทางหนึ่งผู้เขียนได้นำข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่าง NCB ค่าต่างๆ กับค่า dBA เข้าในโปรแกรม GRETL แล้วเลือก run model Ordinary Least Squares ฤๅ OLS ได้ผลการ run program มาเป็นดังรูป ดังนี้

```
Model 1: OLS, using observations 1-12
Dependent variable: dBA

             coefficient   std. error   t-ratio   p-value
  --------------------------------------------------------
  const       14.5641      0.858182      16.97    1.06e-08 ***
  NC_number    0.876923    0.0187085     46.87    4.71e-13 ***

Mean dependent var   51.83333   S.D. dependent var   15.84489
Sum squared resid    12.51282   S.E. of regression   1.118607
R-squared            0.995469   Adjusted R-squared   0.995016
F(1, 10)             2197.070   P-value(F)           4.71e-13
Log-likelihood      -17.27835   Akaike criterion     38.55669
Schwarz criterion    39.52650   Hannan-Quinn         38.19763
```

จากผลของการรันโมเดล OLS สามารถเขียนเป็นสมการเส้นตรงได้เป็น ดังนี้

dBA = 14.564 + 0.876 (NCB) มีค่าความผิดพลาดไม่เกิน 5% ค่า P-value (F) = 4.71x10^-13 ***

มีความสัมพันธ์ที่แนบสนิทสูงมาก ค่า R-square = 0.995

เมื่อนำค่าที่ได้จากทั้งสองวิธีมาแสดงเทียบเคียงในตารางเดียวกันจักเห็นได้ว่า มีความแนบสนิทตรงตามที่โปรแกรม GRETL คำนวณให้ ดังแสดงในรูป ดังนี้

Table relation of Balanced Noise-Criteria (NCB) between frequency and Ordinary Least Squares (GRETL)		
Balanced Noise-Criteria (NCB)	dBA.freq (dBA)	dBA.OLS (dBA)
NC-15	26	28
NC-20	34	32
NC-25	38	36
NC-30	41	41
NC-35	45	45
NC-40	49	50
NC-45	53	54
NC-50	58	58
NC-55	62	63
NC-60	67	67
NC-65	72	72
NC-70	77	76

จากการวิเคราะห์มาทั้งสิ้นขอเสนอจุดมุ่งหมายเป็นการจบงานเขียนนี้ ดังนี้

บันทึกจากผู้ออกแบบข้อสอบเพื่อการทดสอบส่วนบุคคลที่บ้าน (take home examination) น่าจักสามารถทำให้ความพร้อมก่อนเข้าอบรมมีประสิทธิผล คุ้มค่าการลงทุนไม่ว่าเรื่องเงินทอง เวลา แลค่าความเสียโอกาส การทำงานอื่นๆ

สุดท้ายหวังว่า จักได้มีใครสักคนเห็นคุณค่านำไปต่อยอด ฤๅปรับแก้ไขข้อบกพร่องให้ถูกต้องดีงามขยายความที่เป็นประโยชน์ถัดไป

ส่วนตัวผู้เขียน

นายสุวิทย์ ศรีสุข วิศวกรไฟฟ้า-ที่ปรึกษาอิสระ

การศึกษา

- ปริญญาตรี-วิศวกรรมศาสตร์ ไฟฟ้ากำลัง สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี
- ปริญญาโท-วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยศรีปทุม บางเขน

ประสบการณ์ • ทำงานกว่า 31 ปี งานด้านไฟฟ้ากำลัง