

การพันขดลวด

หม้อแปลงไฟฟ้าขนาดเล็ก

ขั้นตอนการคำนวณ

1. หาพื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็ก
2. หาขนาดของแกนเหล็ก
3. หาความหนาของแกนเหล็กที่อัดเข้าด้วยกัน
4. หาจำนวนแผ่นของแกนเหล็ก
5. หาจำนวนรอบของขดลวดตัวนำ
6. หาขนาดของขดลวดตัวนำ
7. ตรวจสอบพื้นที่ช่องหน้าต่างที่พันขดลวดกับพื้นที่หน้าตัดของขดลวดตัวนำ

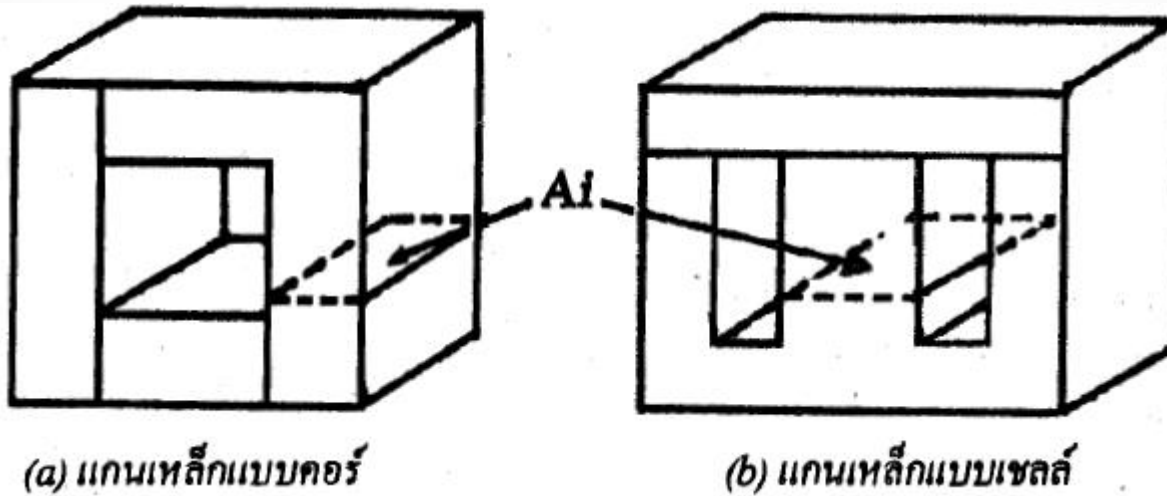


โจทย์

ต้องการสร้างหม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าขนาด 225 โวลต์-แอมป์ (ค่าพาวเวอร์แฟกเตอร์เท่ากับ 1) ในอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นตัวต้านทาน กำลังไฟฟ้าเป็นวัตต์ จะเท่ากับกำลังไฟฟ้าโวลต์-แอมป์ กำหนดค่าโวลต์-แอมแปร์เพื่อไว้ 25% ก็จะได้เป็น 281.25 โวลต์-แอมแปร์ ($1.25 \times 225 = 281.25$) แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 220 v เป็น 110 v



1. หาพื้นที่หน้าตัดของแกนเหล็ก



สูตร

$$A_i = 1.156\sqrt{VA} \dots (\text{cm}^2)$$

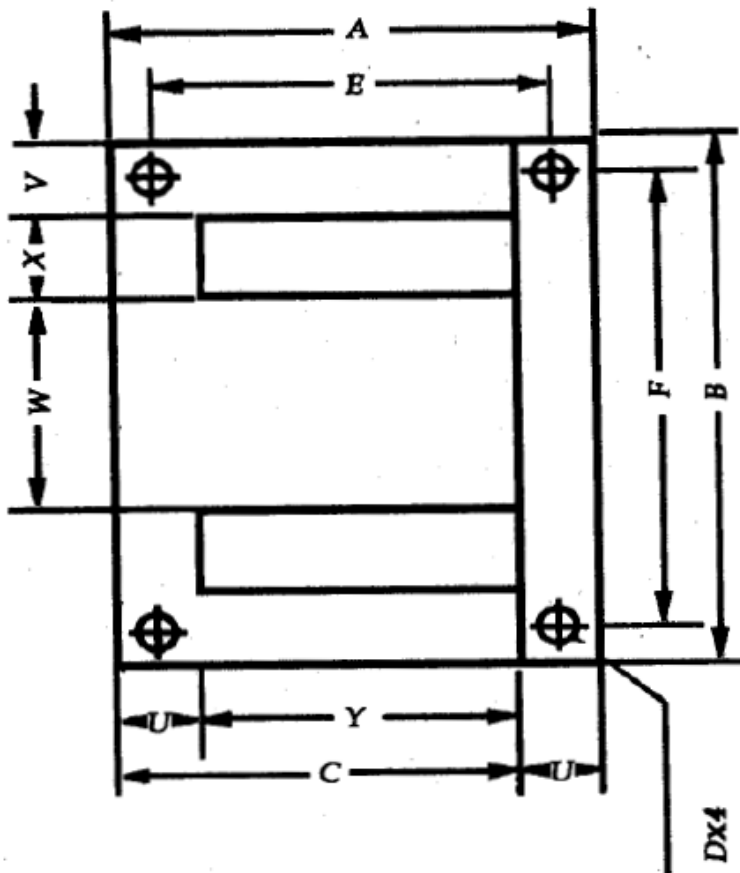
2. หาขนาดของแกนเหล็ก

โดยการหาขนาดความกว้างของขากลางแกนเหล็กตัวอี(E)

สูตร

$$W = 0.878\sqrt[4]{VA} \dots (\text{cm.})$$

เปิดตารางที่ 1



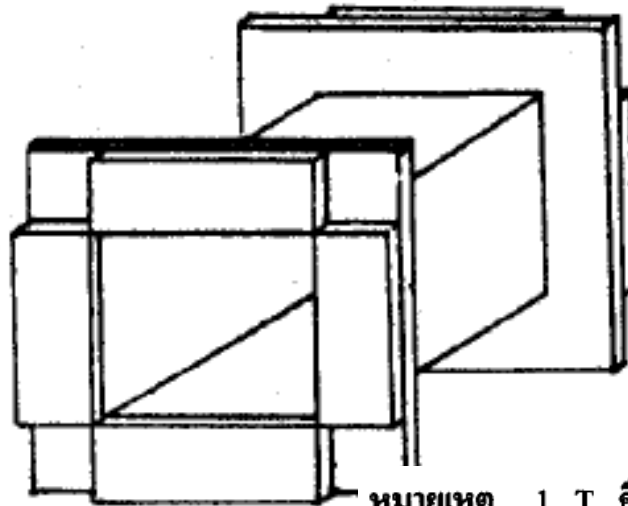
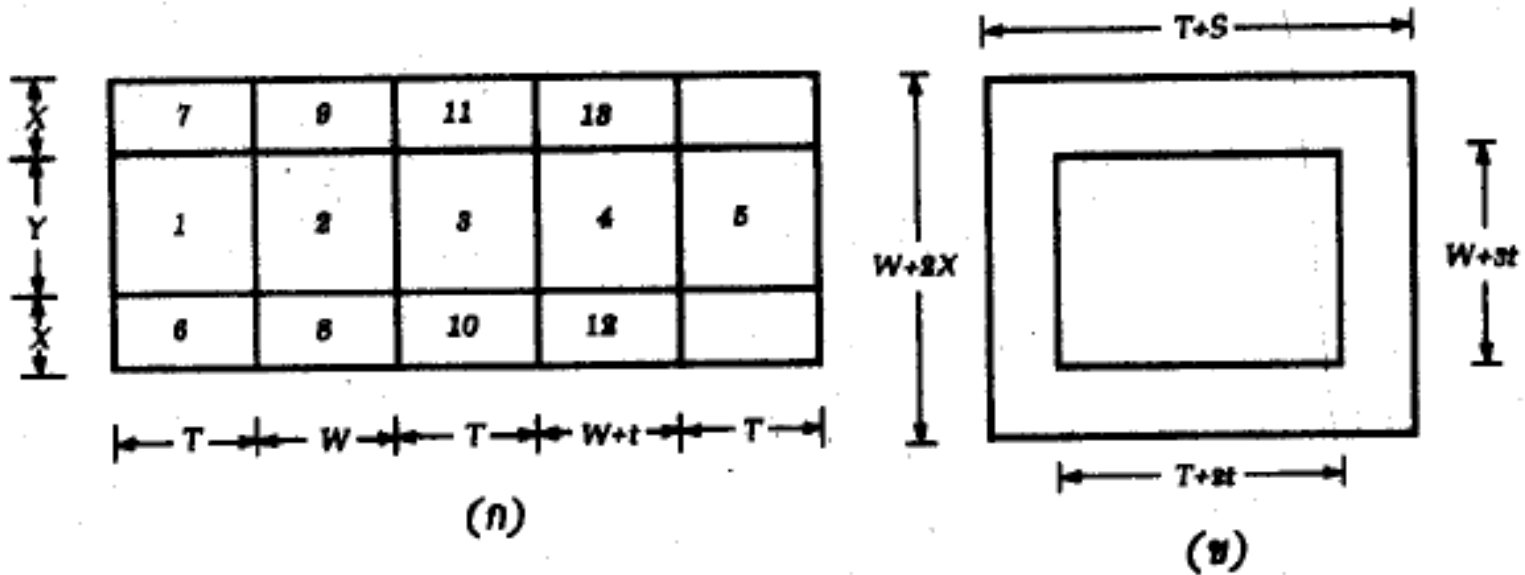
2. หาขนาดของแกนเหล็ก(ต่อ)

เปิดตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มาตรฐานของแกนเหล็ก

PAT. NO.	ความหนา	A	B	C	D	E	F	U	V	W	X	Y
EI-14	0.35	10.6	14.00	8.85				1.75	1.75	3.50	3.50	7.10
EI-16	0.35	14.0	16.00	12.00				2.00	2.00	4.00	4.00	10.00
EI-19	0.35	15.0	19.00	12.62				2.375	2.375	4.75	4.75	10.25
EI-19	0.50	15.0	19.00	12.62				2.375	2.375	4.75	4.75	10.25
EI-24	0.35	18.0	24.00	15.00				3.000	3.000	6.00	6.00	12.00
EI-28	0.35	25.0	28.00	21.00				4.000	4.000	8.00	6.00	17.00
EI-28	0.50	25.0	28.00	21.00				4.000	4.000	8.00	6.00	17.00
EI-35A	0.35	29.5	35.00	24.50				5.000	5.000	9.60	7.70	19.50
EI-35A	0.50	29.5	35.00	24.50				5.000	5.000	9.60	7.70	19.50
EI-35B	0.35	28.5	35.00	23.75				4.750	4.750	9.50	8.00	19.00
EI-35B	0.50	28.5	35.00	23.75				4.750	4.750	9.50	8.00	19.00
EI-41	0.50	33.0	41.00	27.00				6.000	6.000	13.00	8.00	21.00
EI-48	0.35	40.0	48.00	32.00				8.000	8.000	16.00	8.00	24.00
EI-48	0.50	40.0	48.00	32.00				8.000	8.000	16.00	8.00	24.00
EI-54	0.35	45.0	54.00	36.00				9.000	9.000	18.00	9.00	27.00
EI-57	0.50	47.5	57.00	38.00				9.500	9.500	19.00	9.50	28.50
EI-60	0.50	50.0	60.00	40.00				10.00	10.00	20.00	10.00	30.00
EI-66	0.35	55.0	66.00	44.00				11.00	11.00	22.00	11.00	33.00
EI-66	0.50	55.0	66.00	44.00				11.00	11.00	22.00	11.00	33.00
EI-66R	0.35	88.0	66.00	77.00	4.50	77.00	55.00	11.00	11.00	22.00	11.00	66.00
EI-66R	0.50	88.0	66.00	77.00	4.50	77.00	55.00	11.00	11.00	22.00	11.00	66.00
EI-66H	0.35	55.0	66.00	44.00	4.00	44.00	56.00	11.00	11.00	22.00	11.00	33.00
EI-66H	0.50	55.0	66.00	44.00	4.00	44.00	56.00	11.00	11.00	22.00	11.00	33.00
EI-76	0.35	63.5	76.20	50.80				12.70	12.70	25.40	12.70	38.00
2A.B	0.35		76.20	51.50				12.00	12.00	24.00	14.10	39.50
EI-76	0.50	63.5	76.20	50.80	5.00	58.80	64.00	12.70	12.70	25.40	12.70	38.10
2H-1												
EI-76	0.35	63.5	76.20	50.80	5.60	50.80	63.60	12.70	12.70	25.40	12.70	38.10
2H-2												
EI-83	0.50	72.5	83.00	57.80				15.50	15.50	26.00	15.50	41.50
EI-96A	0.50	80.0	96.00	64.00	6.00	64.00	79.00	16.00	16.00	32.00	16.00	48.00
EI-96B	0.50	84.0	96.00	66.00	6.00	66.00	82.00	18.00	18.00	30.00	18.00	48.00
EI-105	0.50	87.5	105.0	70.00	6.00	70.00	87.00	17.60	17.60	35.00	17.50	52.50
EI-114	0.50	95.0	114.0		6.00					38.00	19.00	57.00

2. หน้าแปลนของแกนเหล็ก (ต่อ)



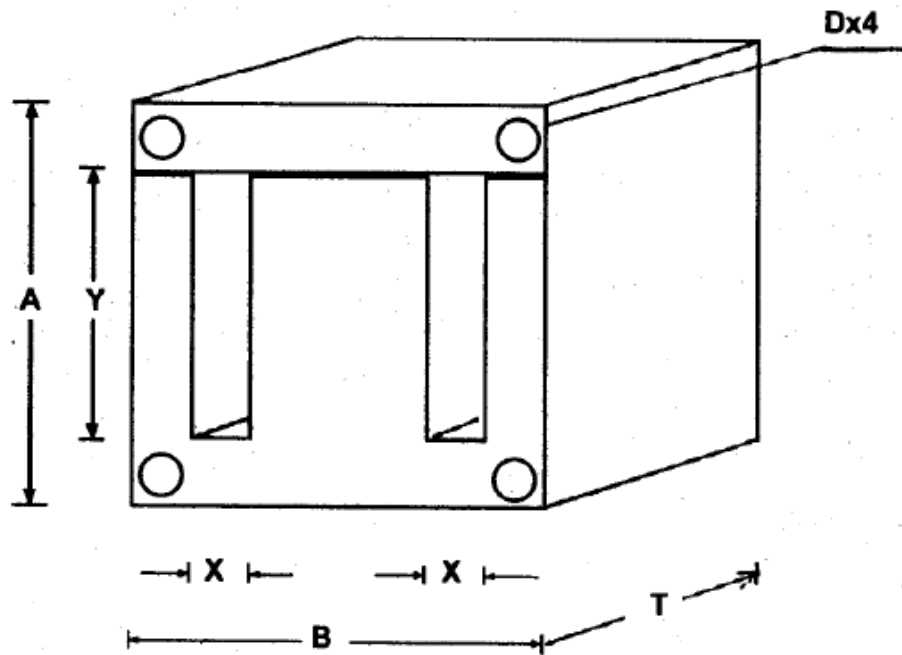
หมายเหตุ

1. T คือความหนาของแกนเหล็กที่อัดเข้าด้วยกันแล้ว
2. t คือความหนาของกระดาษไฟเบอร์ หรือกระดาษแข็ง
3. S มากกว่าหรือเท่ากับ $2X$ ($S \geq 2X$)

(ค)

(ก, ข) แผนภาพคลีของตัวโครงและแผ่นข้าง (ค) ประกอบเข้าด้วยกันเป็นกล่องบ็อบบิ้น

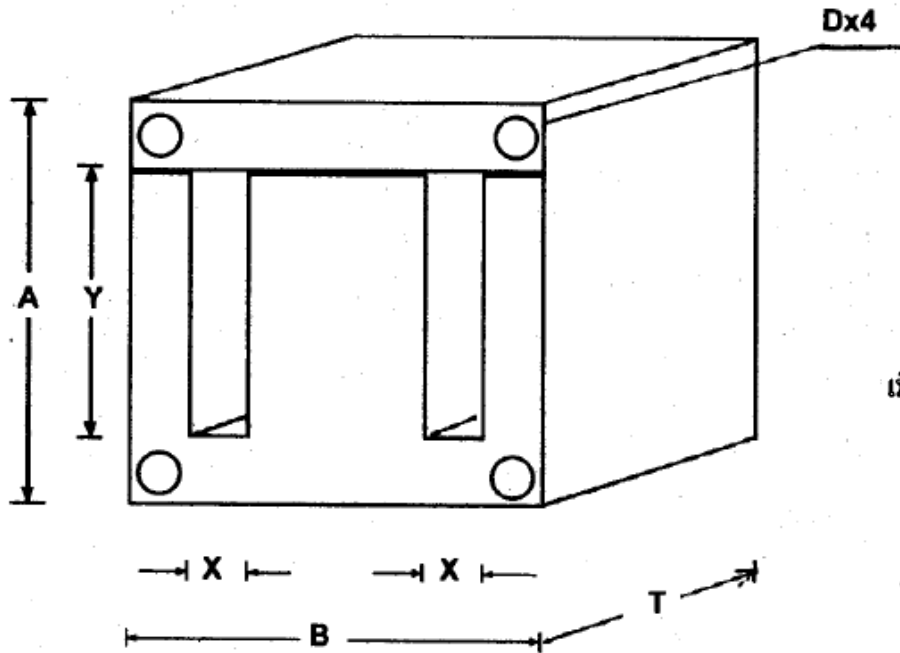
3.หาความหนาของแผ่นเหล็กที่อัดเข้าด้วยกัน



สูตร

$$T = \frac{Ai}{W} \dots(\text{cm.})$$

4.หาจำนวนแผ่นของแกนเหล็ก



สูตร

$$n = \frac{T}{T_s}$$

เมื่อ

- n = จำนวนแผ่นของแกนเหล็ก (แผ่น)
- T = ความหนาของแผ่นเหล็กที่อัด (ซม.)
- T_s = ความหนาของแผ่นเหล็กแต่ละแผ่น (0.035 ซม.)

5.หาจำนวนรอบของขดลวดตัวนำ

5.1 ด้านแรงสูง

สูตร

$$N_H = \frac{E_H}{4.44 f B_m A_i}$$

5.หาจำนวนรอบของขดลวดตัวนำ(ต่อ)

5.2 ด้านแรงต่ำ

สูตร

$$N_L = \frac{E_L}{4.44 f B_m A_i}$$

6.ขนาดของลวดตัวนำ

6.1 ด้านแรงสูง

สูตร

$$I_H = \frac{VA}{E_H}$$

เลือกใช้ค่า 450 เซอร์คูลาร์มิล/แอมแปร์ จะได้ พท.หน้าตัดของขดลวด

6.ขนาดของลวดตัวนำ(ต่อ)

เซอร์กิวลาร์มิล คือ ขนาดของพื้นที่หน้าตัดของขดลวดตัวนำ

การเลือกใช้ค่า เซอร์กิวลาร์มิล/แอมแปร์

- 1) หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้งานชั่วคราว คือการที่หม้อแปลงไฟฟ้าทำงานเป็นครั้งคราวไม่ต่อเนื่อง ก็ควรที่จะเลือก 400-500 เซอร์กิวลาร์มิล/แอมแปร์
- 2) หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้ต่อเนื่องเป็นเวลานาน ในลักษณะการทำงานของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบนี้ จะทำงานต่อเนื่องเป็นเวลานานหลายชั่วโมง และมีอากาศถ่ายเทพอสมควร ก็ควรจะใช้ตัวเลขประมาณ 500-650 เซอร์กิวลาร์มิล/แอมแปร์
- 3) หม้อแปลงไฟฟ้าที่ใช้งานต่อเนื่องหรือตลอดเวลา โดยที่การถ่ายเทของอากาศไม่ดีพอ ก็ควรที่จะเลือกค่าประมาณ 650-700 เซอร์กิวลาร์มิล/แอมแปร์

6.ขนาดของลวดตัวนำ(ต่อ)

ตารางที่ 2

ตารางเทียบขนาดสายและนำหนัก

เบอร์ลวด		กระแสพัน หม้อแปลง ไฟฟ้า	เส้นผ่านศูนย์กลาง			พื้นที่หน้าตัด			น้ำหนัก		เบอร์ลวด	กระแสพัน หม้อแปลง ไฟฟ้า	เส้นผ่านศูนย์กลาง			พื้นที่หน้าตัด			น้ำหนัก		
AWG	SWG		mil	inch	mm.	Cir.mil	Inch ²	mm. ²	Lb/1000ft	Kg/km			AWG	SWG	mil	inch	mm.	Cir.mil	Inch ²	mm. ²	Lb/1000ft
-	7/0		500.000	0.50000	12.7000	250,000	0.19640000	126.700	756.9000	1126.0	-	20	2.880	36.0000	0.03600	0.91440	1,296	0.00101800	0.65760	3.923000	5.8380
-	6/0		464.000	0.46400	11.7860	215,296	0.16910000	109.100	651.7000	969.90	19	-	2.860	35.8900	0.03589	0.91160	1,288	0.00101200	0.65290	3.900000	5.8040
4/0	-		460.000	0.46000	11.6840	211,600	0.16620000	107.200	640.5000	953.00	-	21	2.270	32.0000	0.03200	0.81280	1,024	0.00080420	0.51850	3.099000	4.6130
-	5/0		432.000	0.43200	10.9730	186,624	0.14660000	94.5600	565.0000	840.60	20	-	2.270	31.9600	0.03196	0.81100	1,021	0.00080190	0.51740	3.091000	4.6000
3/0	-		409.600	0.40960	10.4040	167,772	0.13180000	85.0300	508.0000	755.90	21	-	1.800	28.4600	0.02846	0.72290	810.0	0.00063620	0.41050	2.452000	3.6490
-	4/0		400.000	0.40000	10.1600	160,000	0.12570000	81.0700	484.0000	720.70	21	-	1.800	28.4600	0.02846	0.72290	810.0	0.00063620	0.41050	2.452000	3.6490
-	3/0		372.000	0.37200	9.44000	138,384	0.10870000	70.1200	416.9000	623.40	22	-	1.430	27.5600	0.02756	0.64380	642.6	0.00050470	0.32560	1.949000	2.8950
2/0	-		364.000	0.36400	9.26600	133,079	0.10450000	67.4200	402.7000	599.40	-	23	1.280	24.0000	0.02400	0.60960	576.0	0.00045240	0.29190	1.744000	2.5950
-	2/0		348.000	0.34800	8.83900	121,104	0.09512000	61.3600	366.6000	585.50	23	-	1.130	22.5700	0.02257	0.57330	509.4	0.00040010	0.25810	1.542000	2.2950
0	-		324.000	0.32400	8.23000	104,976	0.08245000	53.1900	317.8000	472.60	-	24	1.080	22.0000	0.02200	0.55830	484.0	0.00038010	0.24520	1.465000	2.1800
-	0		308.000	0.30800	7.82900	90,000	0.07069000	45.6000	272.4000	405.40	24	-	0.898	20.1000	0.02010	0.51060	404.0	0.00031730	0.20470	1.223000	1.8200
1	-		289.300	0.28930	7.34800	83,694	0.064573000	42.4100	253.3000	377.00	-	25	0.889	20.0000	0.02000	0.50800	400.0	0.00031420	0.20270	1.211000	1.8020
-	2		267.000	0.26700	7.01000	76,176	0.05983000	39.6000	230.4000	343.00	-	26	0.720	18.0000	0.01800	0.45720	324.0	0.00025450	0.16420	0.980900	1.4600
2	-		257.624	0.25762	6.54360	66,370	0.05214780	33.6436	220.5000		25	-	0.712	17.9000	0.01790	0.45070	320.4	0.00025160	0.16230	0.969700	1.4430
-	3		252.000	0.25200	6.40100	63,504	0.04988000	32.1800	192.2000	286.10	26	-	0.598	16.4000	0.01640	0.41660	269.0	0.00021130	0.13630	0.884400	1.2130
-	4		232.500	0.23250	5.89300	53,824	0.04227000	27.2700	162.9000	240.40	-	26	0.565	15.9400	0.01594	0.40490	254.1	0.00019980	0.12880	0.769300	1.1450
3	-		229.400	0.22940	5.82700	52,624	0.04133000	26.6600	159.3000	237.00	-	28	0.487	14.8000	0.01480	0.37590	219.0	0.00017200	0.11100	0.662900	0.9863
-	5		212.000	0.21200	5.30500	44,944	0.03530000	22.7700	136.0000	202.40	27	-	0.448	14.2000	0.01420	0.36060	201.6	0.00015830	0.10210	0.610100	0.9077
4	-		204.300	0.20430	5.18900	41,738	0.03278000	21.1500	126.3000	188.00	-	29	0.411	13.6000	0.01360	0.34540	165.0	0.00014530	0.09372	0.560000	0.8332
-	6		192.000	0.19200	4.87700	36,864	0.02895000	18.6800	111.6000	166.30	28	-	0.355	12.6400	0.01264	0.32110	159.8	0.00012550	0.08097	0.483700	0.7198
5	-		181.900	0.18190	4.62100	33,088	0.02599000	16.7700	100.2000	149.10	-	30	0.342	12.4000	0.01240	0.31500	153.6	0.00012080	0.07791	0.465600	0.6926
-	7		176.000	0.17600	4.47000	30,976	0.02433000	15.7000	93.77000	139.60	-	31	0.299	11.6000	0.01160	0.29460	134.6	0.00010570	0.06818	0.407400	0.6061
6	-		162.000	0.16200	4.11500	26,244	0.02061000	13.3000	79.43000	118.20	29	-	0.282	11.2600	0.01126	0.28590	126.8	0.00009959	0.06425	0.383800	0.5712
-	8		160.000	0.16000	4.06400	25,600	0.02011000	12.9700	77.50000	115.30	-	32	0.259	10.8000	0.01080	0.27430	116.6	0.00009158	0.05913	0.353000	0.5257
7	-		144.300	0.14430	3.66500	20,822	0.01635000	10.5500	63.01000	93.790	30	-	0.224	10.0300	0.01003	0.25460	100.6	0.00007901	0.05097	0.304500	0.4531
-	9		144.000	0.14400	3.65800	20,736	0.01629000	10.5200	62.78000	93.520	-	33	0.222	10.0000	0.01000	0.25400	100.0	0.00006954	0.05067	0.302700	0.4505
8	-		128.500	0.12850	3.26400	16,512	0.01297000	8.36800	49.99000	74.390	-	34	0.188	9.20000	0.00920	0.23370	84.64	0.00006648	0.04289	0.256200	0.3813
-	10	36.410	128.000	0.12800	3.25100	16,384	0.01287000	8.30200	49.60000	73.810	31	-	0.177	8.92000	0.00892	0.22380	79.71	0.00006260	0.04039	0.241300	0.3591
-	11	29.900	116.000	0.11600	2.94600	13,456	0.01057000	6.81800	40.74000	60.610	-	35	0.157	8.40000	0.00840	0.21340	78.56	0.00005542	0.03575	0.213600	0.3178
9	-	29.080	114.400	0.11440	2.90600	13,087	0.01028000	6.63200	39.62000	58.960	32	-	0.140	7.95000	0.00795	0.20190	63.80	0.00004964	0.03203	0.191300	0.2847
-	12	24.040	104.000	0.10400	2.64200	10,816	0.00849500	5.48100	32.74000	48.730	-	36	0.128	7.60000	0.00760	0.19300	57.16	0.00004536	0.02927	0.174800	0.2602
10	-	23.080	101.900	0.10190	2.50000	10,384	0.00815600	5.26200	31.43000	46.780	33	-	0.111	7.08000	0.00708	0.17980	50.73	0.00003937	0.02540	0.151700	0.2258
-	13	18.810	92.0000	0.09200	2.33700	8,464	0.00664800	4.28900	25.62000	38.130	-	37	0.103	6.80000	0.00680	0.17270	46.24	0.00003632	0.02343	0.140000	0.2083
11	-	18.300	90.7500	0.09075	2.30500	8,234	0.00646700	4.17200	24.92000	37.090	34	-	0.088	6.30500	0.00630	0.16010	39.75	0.00003122	0.2014	0.120300	0.1790
12	-	14.510	80.8100	0.08081	2.05300	6,350	0.00512900	3.30900	19.77000	29.420	-	38	0.080	6.00000	0.00600	0.15240	36.00	0.00002827	0.1824	0.109000	0.1622
-	14	14.220	80.0000	0.08000	2.03200	6,400	0.00502700	3.24300	19.37000	28.830	35	-	0.078	5.61500	0.00561	0.14260	35.30	0.00002476	0.01597	0.095430	0.1420
-	15	11.520	72.0000	0.07200	1.82900	5,184	0.00407200	2.62700	18.77000	27.930	-	39	0.060	5.20000	0.00520	0.13210	27.04	0.00002124	0.01370	0.081860	0.1218
13	-	11.510	71.9600	0.07196	1.82800	5,178	0.00406700	2.62400	18.56000	23.330	36	-	0.056	5.00000	0.00500	0.12700	25.00	0.00001963	0.01267	0.075650	0.1126
14	-	9.120	64.0800	0.06408	1.62800	4,106	0.00322500	2.08100	12.43000	18.500	-	40	0.051	4.80000	0.00480	0.12190	23.04	0.00001810	0.01167	0.069760	0.1037
-	16	9.100	64.0000	0.06400	1.62600	4,096	0.00321700	2.07500	12.40000	18.450	37	-	0.044	4.45300	0.00445	0.11310	19.83	0.00001557	0.01095	0.060010	0.0893
15	-	7.240	57.0700	0.05707	1.45000	3,257	0.00255800	1.65000	10.85900	14.670	-	41	0.043	4.40000	0.00440	0.11100	19.36	0.00001521	0.00981	0.058120	0.0872
-	17	6.970	56.0000	0.05600	1.42200	3,136	0.00246300	1.58900	9.493000	14.130	-	42	0.036	4.00000	0.00400	0.10160	16.00	0.00001257	0.00810	0.048450	0.0720
16	-	5.740	50.8200	0.05082	1.29100	2,583	0.00202900	1.30900	7.820000	11.640	38	-	0.035	3.96500	0.00396	0.10070	15.72	0.00001235	0.00796	0.047600	0.0708
-	18	5.120	48.0000	0.04800	1.21900	2,304	0.00181000	1.16700	6.970000	10.380	-	43	0.029	3.60000	0.00360	0.09110	12.96	0.00001018	0.00656	0.039230	0.0583
17	-	4.550	45.2600	0.04526	1.15000	2,048	0.00160800	1.03700	6.197000	9.2190	39	-	0.028	3.53100	0.00353	0.08960	12.47	0.00000979	0.00631	0.037750	0.0461
18	-	3.610	40.8000	0.04080	1.02400	1,642	0.00127500	0.82260	4.914000	7.3130	-	44	0.023	3.20000	0.00320	0.08130	10.24	0.00000804	0.00580	0.030990	0.0461
-	19	3.560	40.0000	0.04000	1.01600	1,600	0.00125700	0.81070	4.845000	7.2070	40	-	0.022	3.14500	0.00314	0.07980	9.890	0.00000776	0.00501	0.029940	0.0445

6.ขนาดของลวดตัวนำ

6.2 ด้านแรงต่ำ

สูตร

$$I_L = \frac{VA}{E_L}$$

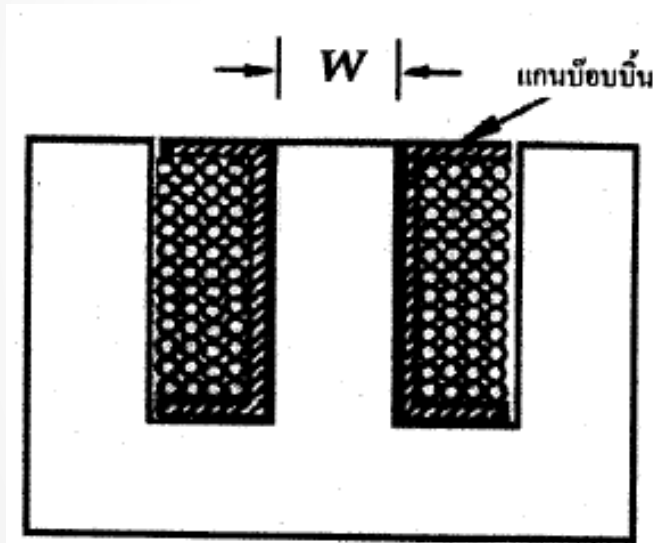
เลือกใช้ค่า 450 เซอร์คูลาร์มิล/แอมแปร์ จะได้ พท.หน้าตัดของขดลวด

7. ตรวจสอบพื้นที่ช่องหน้าต่างที่พันขดลวดกับพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ

7.1 พื้นที่ช่องหน้าต่างที่พันขดลวด

สูตร

$$A_{air} = 0.9XY$$



7.ตรวจสอบพื้นที่ช่องหน้าต่างที่พันขดลวดกับพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ(ต่อ)

7.2 พื้นที่หน้าตัดของขดลวด

7.2.1 ด้านแรงสูง

สูตร

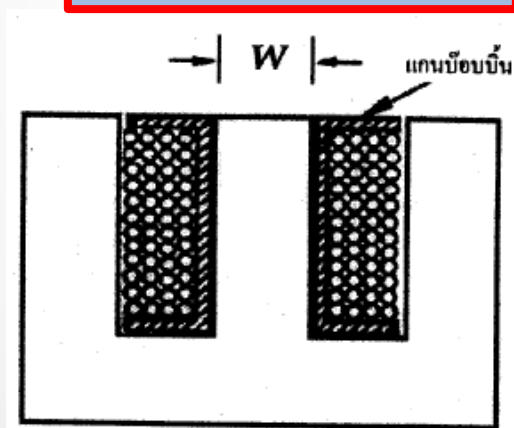
C คือจำนวนรอบต่อ 1 ตารางเซนติเมตร

$$A_{WH} = \frac{N_H}{C_H}$$

7.2.2 ด้านแรงต่ำ

สูตร

$$A_{WL} = \frac{N_L}{C_L}$$



พท.หน้าตัดของขดลวดทั้งหมด คือ

7.ตรวจสอบพื้นที่ช่องหน้าต่างที่พันขดลวดกับพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ(ต่อ)

ตารางที่ 3

(CM. = Circular Mils)

เบอร์ลวด AWG	จำนวนรอบ/ พท. 1 ซม. ²	พื้นที่หน้าตัด (CM.)	เบอร์ลวด AWG	จำนวนรอบ/ พท. 1 ซม. ²	พื้นที่หน้าตัด (CM.)
10	13.96000	10384.0	25	407.6500	320.400
11	17.51500	8234.00	26	514.6010	254.100
12	21.85500	6530.00	27	642.4670	201.600
13	27.43500	5178.00	28	813.7520	159.800
14	34.25500	4106.00	29	1009.0520	126.800
15	42.93500	3257.00	30	1267.1270	100.600
16	53.94000	2583.00	31	1581.0030	79.710
17	67.73500	2048.00	32	1960.7540	63.000
18	84.94000	1624.00	33	2511.0050	50.130
19	105.5550	1288.00	34	3029.2360	39.750
20	132.0600	1021.00	35	3875.0070	35.300
21	165.0710	810.000	36	4913.5000	25.000
22	207.7000	642.600	37	6138.0120	19.830
23	258.0750	509.400	38	7610.5150	15.720
24	325.5000	404.000	39	9703.0190	12.470
			40	12028.020	9.891





00118

P-300

MADE IN JAPAN



00575







