

神奇的dB与开关电源设计



黄敏超博士
敏业EMC诊断测试中心

神奇的dB与开关电源设计

1. dB涉及哪些开关电源设计？
2. dB与音频噪声
3. dB如何应用到控制环路稳定性？
4. dB如何应用到电磁屏蔽中？
5. dB如何应用到EMI测试？
6. dB如何应用到EMI滤波中？
7. dB如何应用到器件选型中？

dB 涉及哪些开关电源设计？

➤ dB 是什么？

➤ dB 涉及哪些开关电源设计？

dB是什么？

➤ 声音大小：常见表示形式:dB

- 在实际日常生活中，住宅小区告知牌上面标示噪音要低于60分贝，也就是要低于60dB，在这里dB(分贝)的定义为噪声源功率与基准声功率比值的对数乘10的数值，不是一个单位，而是一个数值，用来形容声音的大小。
- 0dB是人耳能听到的最微弱的的声音，在90dB环境中听力会受到严重影响。



dB是什么？

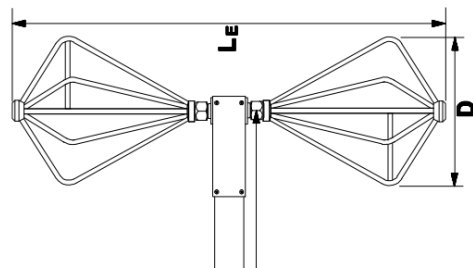
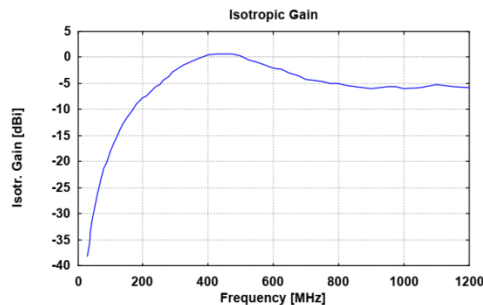
➤ 信号强度：常见表示形式: dBm、dBw

- 在无线通讯领域，衡量一个地点的某一无线基站通信信号强度也可以用dB表示。如测的某宾馆402房间的1号无线基站通信信号强度为-90dBm,这里的定义为该房间的有效信号强度(信号功率大小)。

dB是什么？

➤ 增益：

- 在天线技术方面，dB是衡量天线性能的一个参数，名称为增益。它是指在输入功率相等的条件下，实际天线与理想天线在空间同一点处所产生的信号的功率密度之比。



dB是什么？

➤ 电子工程领域：

— 放大器增益使用的就是dB。放大器输出与输入的比值为放大倍数，单位是"倍"，如10倍放大器，100倍放大器。当改用"分贝"做单位时，放大倍数就称之为增益，这是一个概念的两种称呼。

— 波特图中的增益dB来衡量控制环路的稳定性。

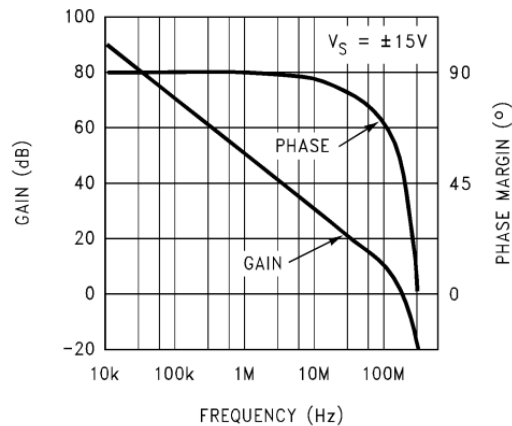
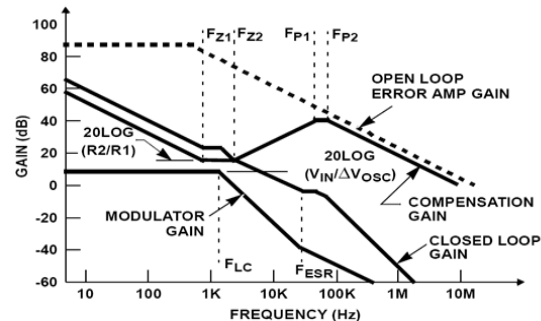


Figure 12. Open Loop Frequency Response



dB是什么？

➤ 电子工程领域：

– EMC领域中，用dBuV，

dBuA，来定义和评测噪声

的大小和强度。

Table 5 – Examples of limits for conducted disturbances – Voltage method

Service / Band	Frequency MHz	Levels in dB(μV)														
		Class 5			Class 4		Class 3		Class 2		Class 1					
		Peak	Quasi-peak	Average	Peak	Quasi-peak	Peak	Quasi-peak	Peak	Quasi-peak	Peak	Average				
BROADCAST																
LW	0.15 to 0.30	70	57	50	80	67	60	90	77	70	100	87	80	110	97	90
MW	0.53 to 1.8	54	41	34	62	49	42	70	57	50	78	65	58	86	73	66
SW	5.9 to 6.2	53	40	33	59	46	39	65	52	45	71	58	51	77	64	57
FM	76 to 108	38	25	18	44	31	24	50	37	30	56	43	36	62	49	42
TV Band I	41 to 88	34	-	-	24	40	-	30	46	-	36	52	-	42	58	-

Table 6 – Examples of limits for conducted disturbances – Current probe method

Service / Band	Frequency MHz	Levels in dB(μA)														
		Class 5			Class 4		Class 3		Class 2		Class 1					
		Peak	Quasi-peak	Average	Peak	Quasi-peak	Peak	Quasi-peak	Peak	Quasi-peak	Peak	Average				
BROADCAST																
LW	0.15 to 0.30	50	37	30	60	47	40	70	57	50	80	67	60	90	77	70
MW	0.53 to 1.8	26	13	6	34	21	14	42	29	22	50	37	30	58	45	38
SW	5.9 to 6.2	19	6	-1	25	12	5	31	18	11	37	24	17	43	30	23
FM	76 to 108	4	-9	-16	10	0	-10	16	3	-4	22	9	2	28	15	8
TV Band I	41 to 88	0	-	-10	6	-	-4	12	-	-	2	18	-	24	-	14
DAB III	171 to 245	-2	-	-12	4	-	-6	10	-	0	16	-	-	22	-	12

dB是什么？

➤ 电子工程领域：

— 放大倍数与增益的转换

电压增益



$$A(V) = 20 \lg \left(\frac{V_o}{V_i} \right)$$

电流增益



$$A(I) = 20 \lg \left(\frac{I_o}{I_i} \right)$$

功率增益



$$A(P) = 10 \lg \left(\frac{P_o}{P_i} \right)$$

$$P = I^2 R = \frac{V^2}{R}$$

dB是什么？

- dB在缺省情况下总是定义功率单位，以 $10\lg$ 为计。
- 一般来讲，在工程中，dB和dB之间只有加减，没有乘除。
用得最多的是减法。

➤ $0\text{dBW}=30+\text{dBm}$

dB 是什么？

➤ dBm, dBw, dBuV, dBuA 之间的关系

➤ $0\text{dBW} = 30 + \text{dBm}$

➤ dBuA 与 dBm

➤ $\text{dBuV} = 20\log[\text{Signal}(\mu\text{V})/1\mu\text{V}]$

$\text{dBm} = \text{dBuA} - 73$

➤ dBV 与 dBuV

$$\text{dBuV} = \text{dBV} + 120$$

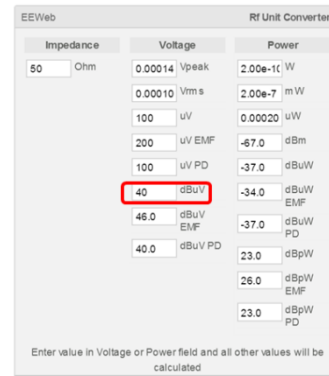
➤ $40\text{dBuV} = 100\mu\text{V} = 0.1\text{mV}$

➤ dBuV 与 dBm

➤ $60\text{dBuV} = 1000\mu\text{V} = 1\text{mV}$

$$\text{dBm} = \text{dBuV} - 107$$

➤ $80\text{dBuV} = 10\text{mV}$



Impedance		Voltage		Power	
50	Ohm	0.00014	Vpeak	2.00e-10	W
		0.00010	Vrms	2.00e-7	mW
		100	uV	0.00020	uW
		200	uV EMF	-67.0	dBm
		100	uV PD	-37.0	dBuV
		40	dBuV	-34.0	dBuV EMF
		46.0	dBuV EMF	-37.0	dBuV PD
		40.0	dBuV PD	23.0	dBpW
				26.0	dBpW EMF
				23.0	dBpW PD

Enter value in Voltage or Power field and all other values will be calculated

RF 单位换算: <http://www.eeweb.com/toolbox/rf-unit-converter>

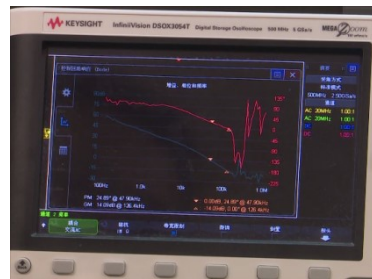
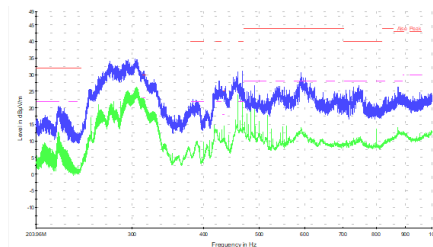
dB 涉及哪些开关电源设计?

1. 开关电源的音频噪声

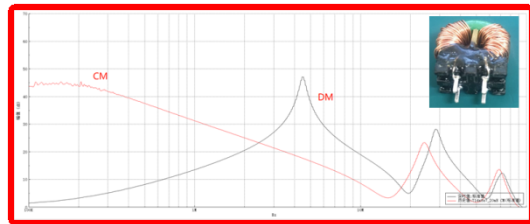


2. 控制环路稳定性设计

3. EMI设计



4. 屏蔽材料选型



5. 器件设计和选型

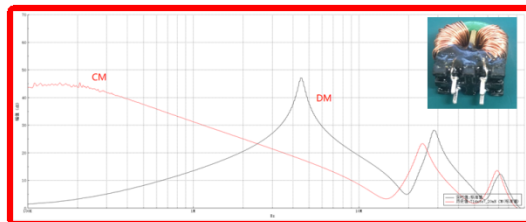
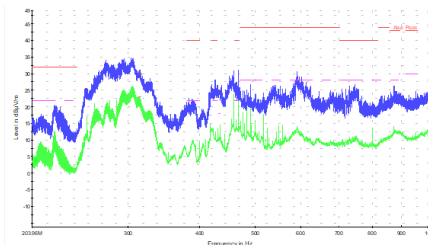
知识点小节

➤ dB与声音、信号强度、增益、电子工程领域

➤ 放大倍数和增益

➤ dBm, dBw, dBuV, dBuA

➤ 开关电源设计相关，音频、控制、EMI、器件



神奇的dB与开关电源设计

1. dB涉及哪些开关电源设计？
2. dB与音频噪声
3. dB如何应用到控制环路稳定性？
4. dB如何应用到电磁屏蔽中？
5. dB如何应用到EMI测试？
6. dB如何应用到EMI滤波中？
7. dB如何应用到器件选型中？

dB与音频噪声

- 开关电源为何有音频噪声？
- 音频噪声如何测量？
- 开关电源如何解决音频噪声问题？

开关电源为何有音频噪声？

- 开关机时，产品内部磁芯吸合和线包产生噪声。
- 待机功耗的节能设计导致音频噪声。
- 谐波产生的噪声。
- 产品控制环路不稳定，产生震荡导致的噪声。
- 负载产生的噪声。

音频噪声如何测量？

➤ 音量分贝仪

➤ 噪声测试房



开关电源如何解决音频噪声问题？

➤ 磁性器件浸漆工艺

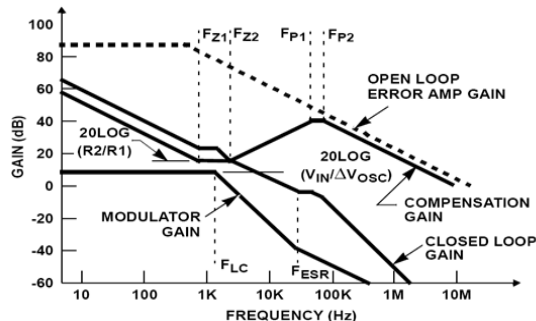


➤ 控制方式



➤ 控制环路设计

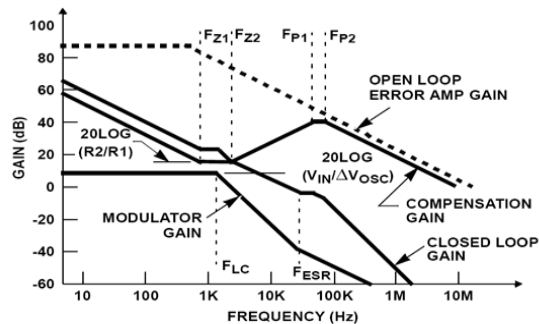
➤ 滤波器设计抑制谐波



知识点小节

➤ 开关电源的音频噪声原因

➤ 解决对策：器件、控制方式、环路设计和滤波器



神奇的dB与开关电源设计

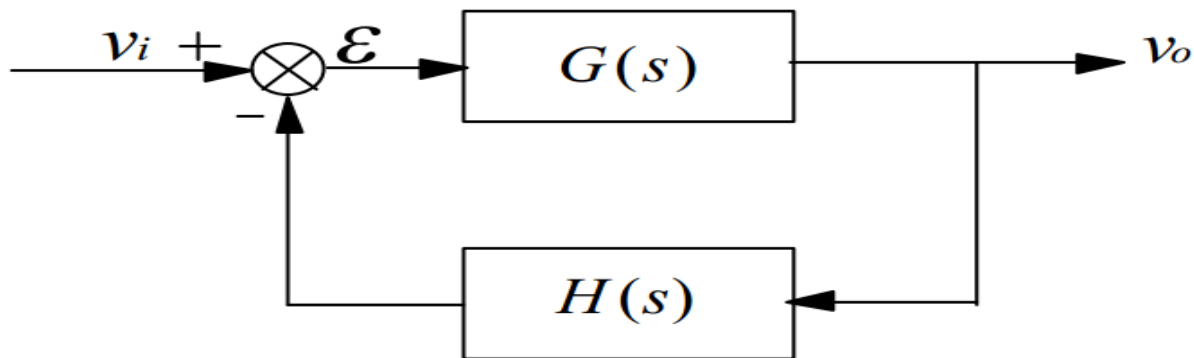
1. dB涉及哪些开关电源设计？
2. dB与音频噪声
3. dB如何应用到控制环路稳定性？
4. dB如何应用到电磁屏蔽中？
5. dB如何应用到EMI测试？
6. dB如何应用到EMI滤波中？
7. dB如何应用到器件选型中？

dB如何应用到控制环路稳定性？

- 如何判定开关电源的控制环路稳定性？
- 环路稳定性如何测试？
- 控制环路稳定性如何设计解决？

如何判定开关电源的控制环路稳定性?

1. 典型闭环反馈网络



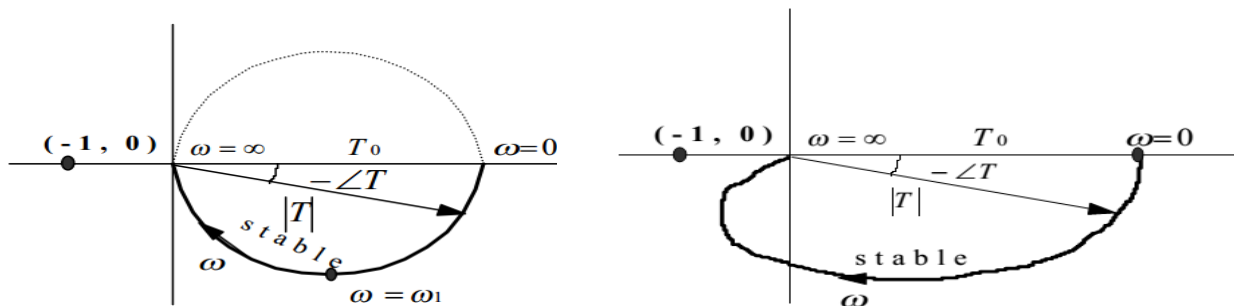
$$\frac{v_o}{v_i} = G_{CL}(s) = \frac{G(s)}{1 + G(s)H(s)}$$

如何判定开关电源的控制环路稳定性?

2. Nyquist判据

a) 单极点系统

b) 双极点系统



$$T = T_0 \frac{1}{1 + s/\omega_1}$$

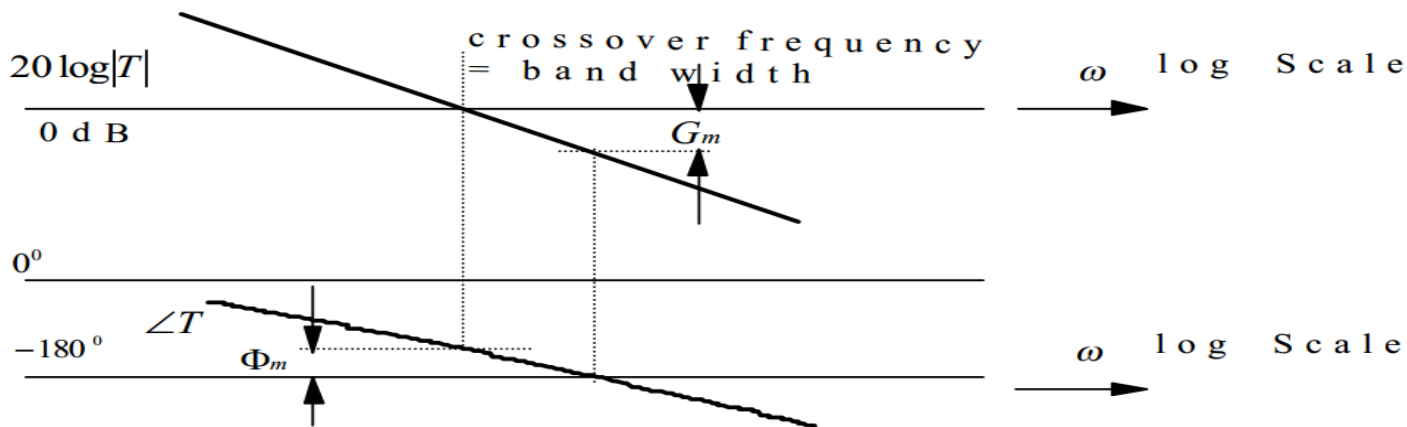
$$T = T_0 \frac{1}{(1 + s/\omega_1)(1 + s/\omega_2)}$$

如何判定开关电源的控制环路稳定性?

3. 波特图

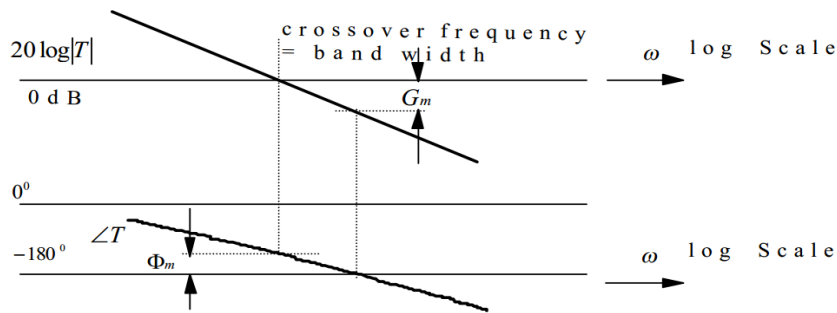
a) 增益余量, 当相位 180° 时。

b) 相位余量, 当增益过零时。



如何判定开关电源的控制环路稳定性?

3. 波特图



a) 环路稳定时的条件?

b) 环路不稳定时的条件?

c) 环路临界稳定时的条件

➤ 理论稳定条件

➤ 相位余量 36°

➤ 增益余量 6dB

➤ 工业界稳定条件

➤ 相位余量 45°

➤ 增益余量 10dB

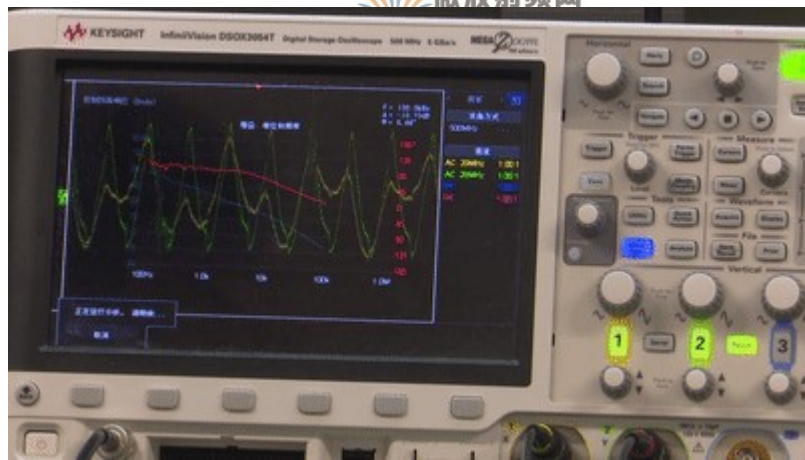
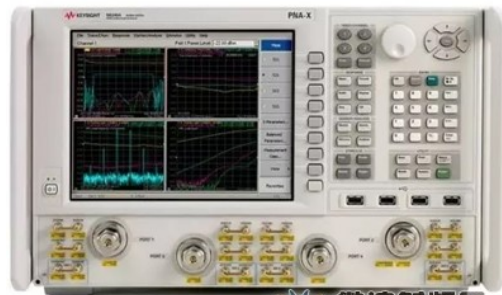
➤ 环路稳定时的现象?

➤ 环路不稳定时的现象?

➤ 环路临界稳定时的现象?

环路稳定性如何测试？

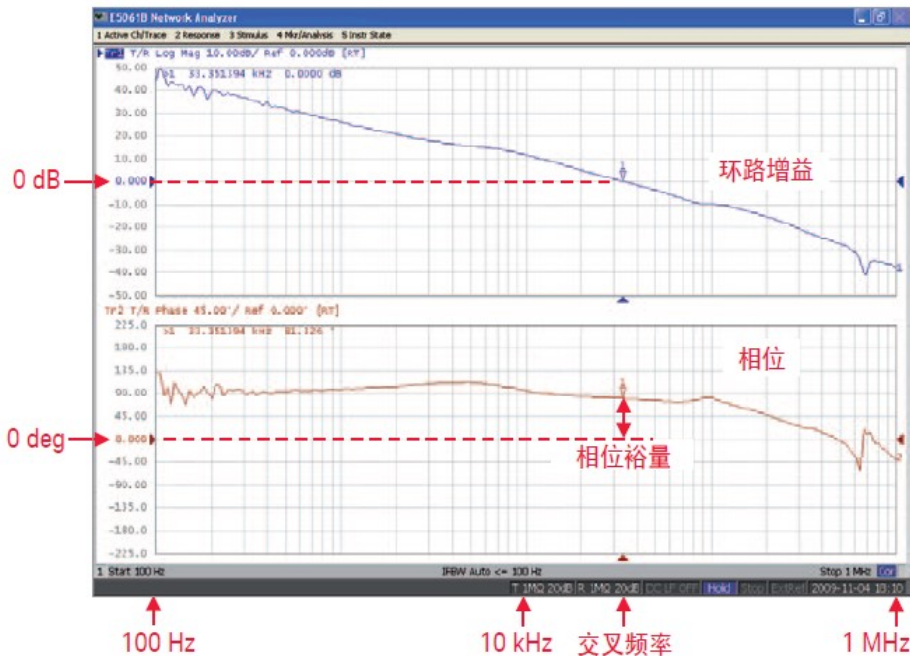
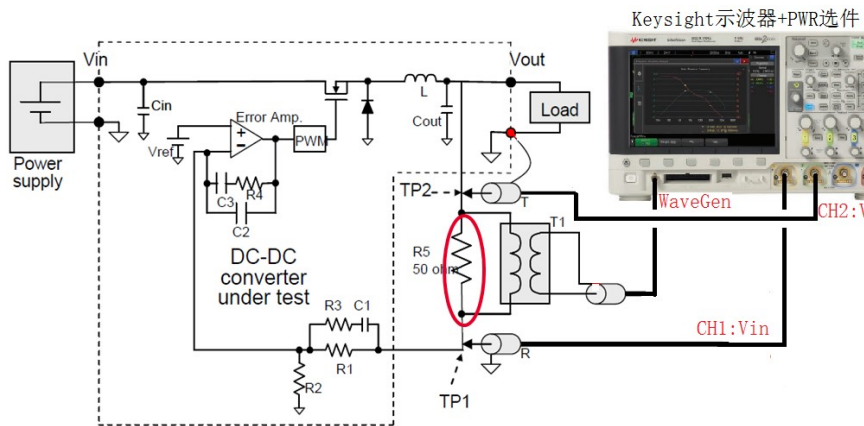
- 网络分析仪
- 是德科技的示波器
- 隔离变压器



环路稳定性如何测试?

➤ 环路稳定性测试

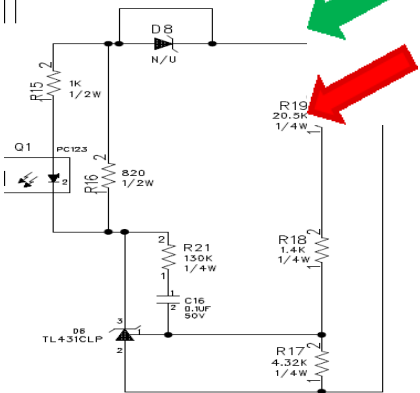
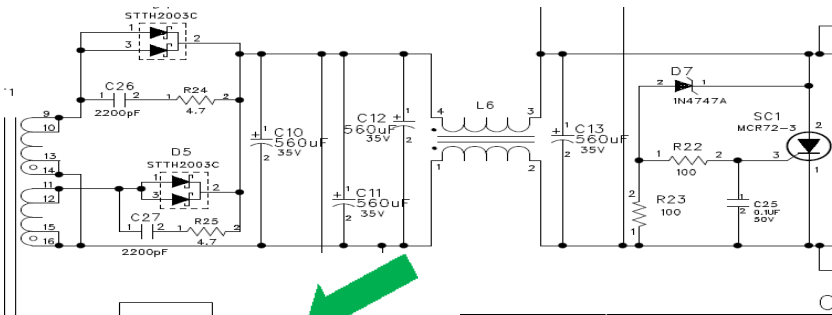
- 1) 增益过零时为相位余量，单位deg。
- 2) 相位过零时为增益余量，单位dB。




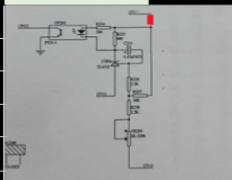
环路稳定性如何测试？

➤ 环路稳定性测试

- 1) 探头需要校准。
- 2) 注意注入信号的幅值是否合理。
- 3) 注意信号注入点位置。

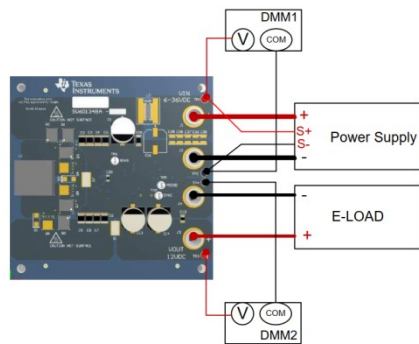
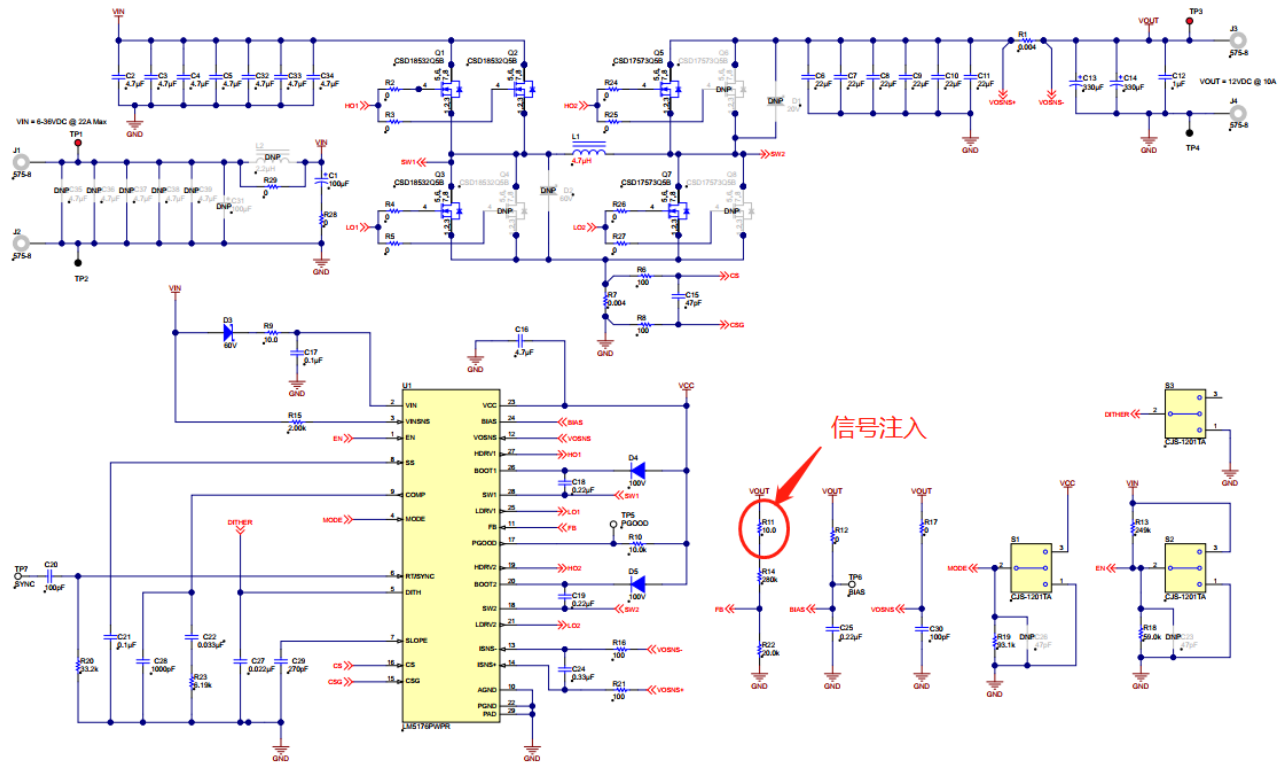


Flyback 峰值测试点		Flyback 谷值测试点	
穿越频率	相位裕度	穿越频率	相位裕度
44.8Hz	102°	927Hz	368.7°
44.5Hz	100.3°	922Hz	369.1°
45.4Hz	100.6°	918Hz	369.6°

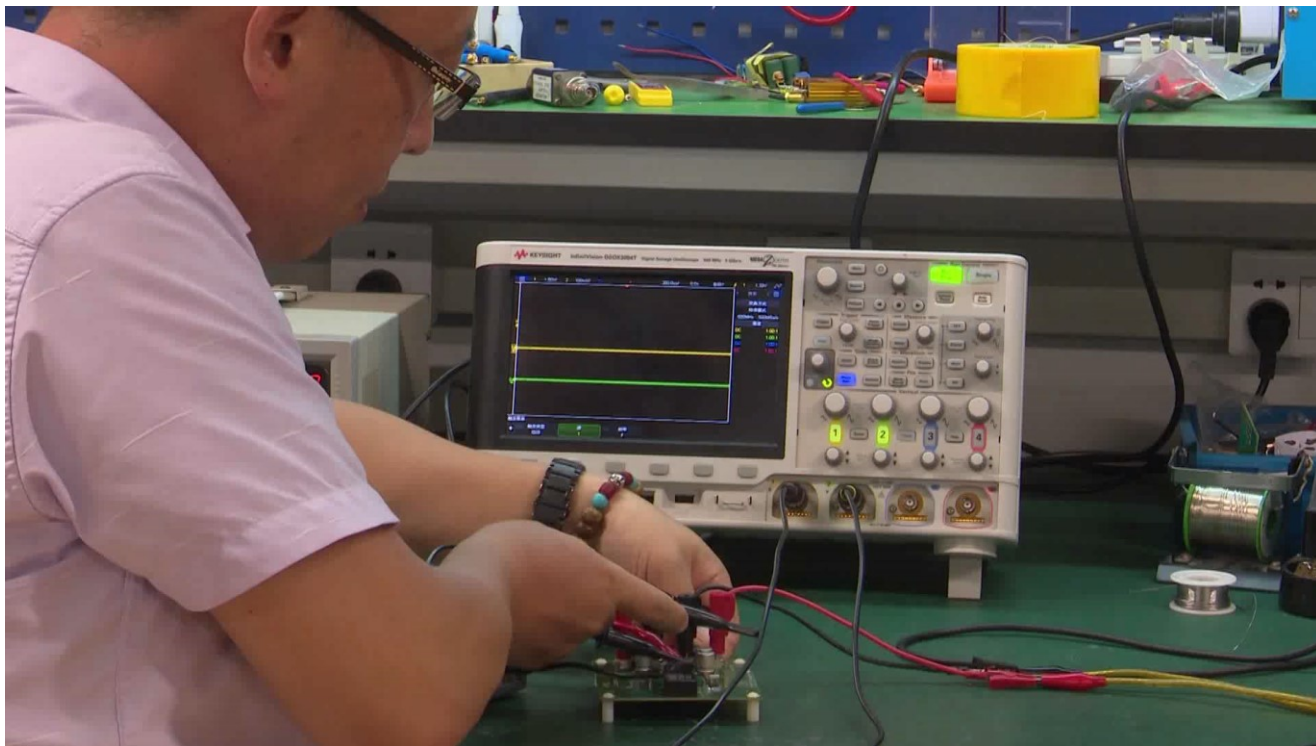
环路稳定性如何测试？

➤ LM5175 EVM Buck-Boost 电路的环路稳定性测试



环路稳定性如何测试？

➤ LM5175 EVM Buck-Boost电路的环路稳定性测试

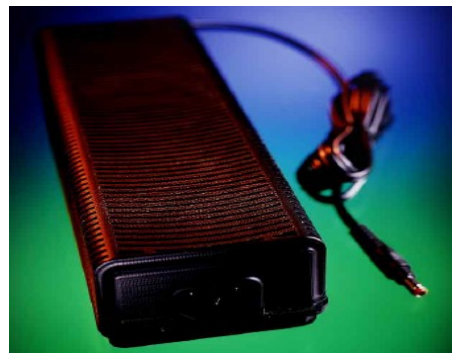


控制环路稳定性如何设计解决？

- 震荡频率是多少？
- 相位余量是多少？



~5kHz, ~120mV pk-pk



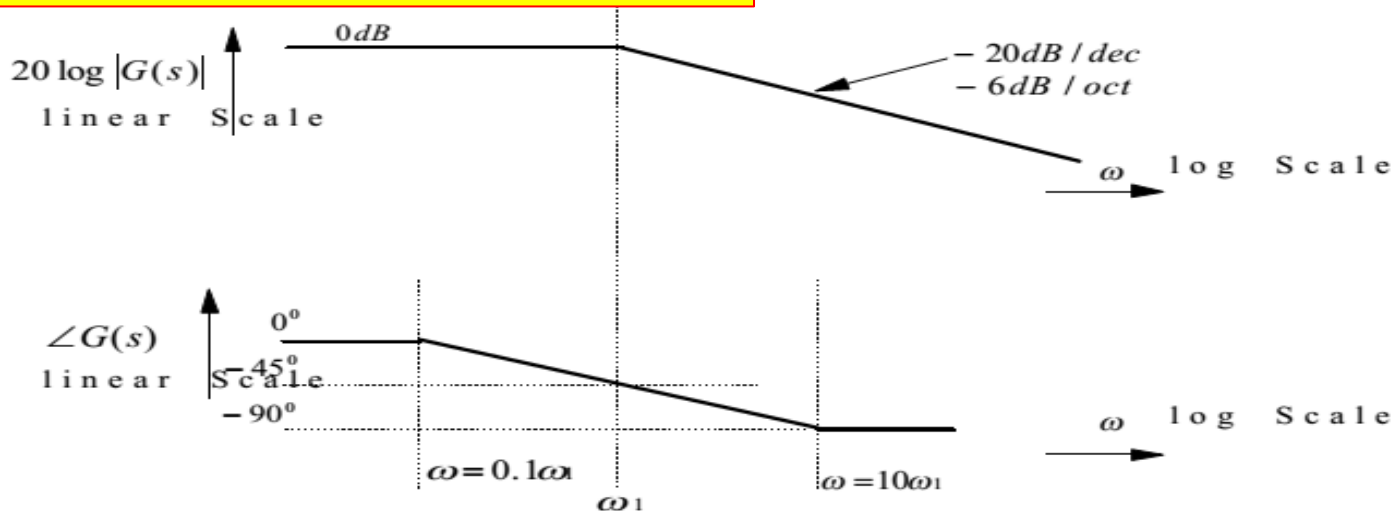
控制环路稳定性如何设计解决？

2. 波特图

a) 单极点系统

$$20 \log |G(s)| = -20 \log \sqrt{1 + (\omega/\omega_1)^2} \text{ dB}$$

➤ 相位从极点频率的1/10开始衰减，45°/10倍频程



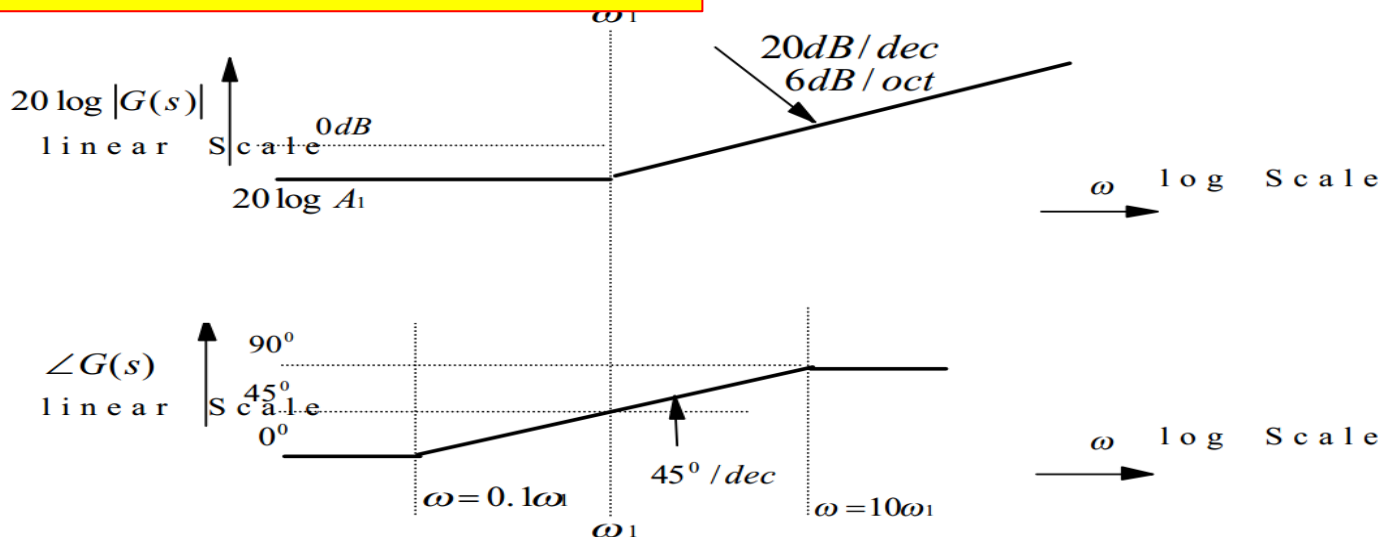
控制环路稳定性如何设计解决？

3. 波特图

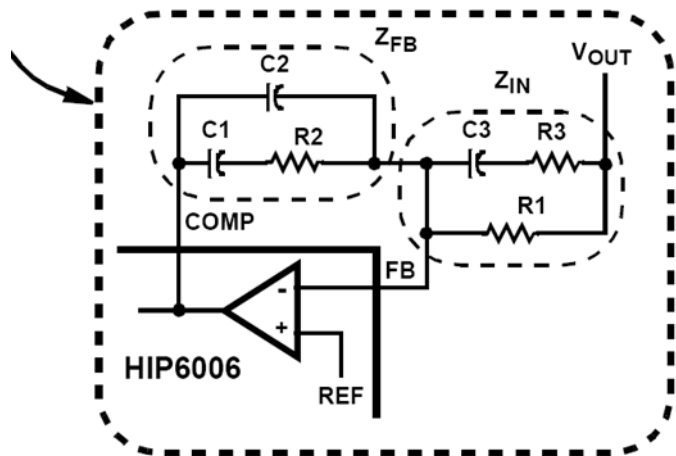
b) 单零点系统

$$20\log|G(s)| = 20\log A_1 + 20\log\sqrt{1 + (\omega/\omega_1)^2} \quad \text{dB}$$

➤ 相位从零点频率的1/10开始增加，45°/10倍频程



控制环路稳定性如何设计解决？



➤ 2个零点

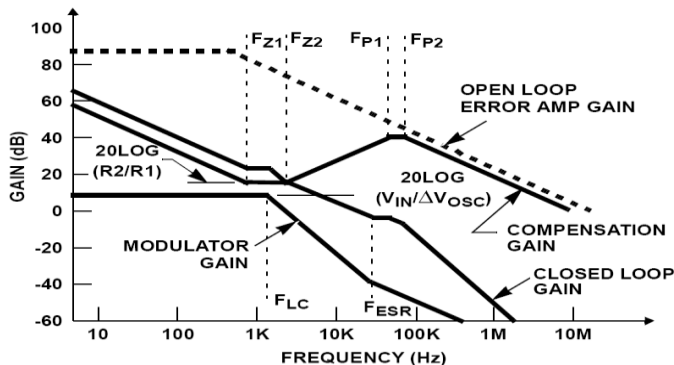
$$F_{Z1} = \frac{1}{2\pi \cdot R2 \cdot C1}$$

$$F_{Z2} = \frac{1}{2\pi \cdot (R1 + R3) \cdot C3}$$

➤ 2个极点

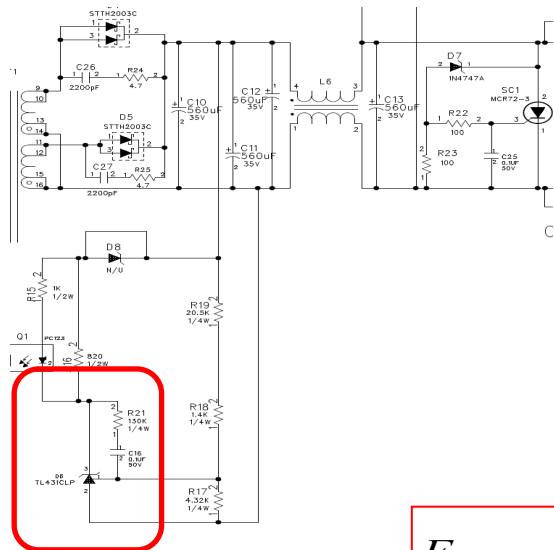
$$F_{P1} = \frac{1}{2\pi \cdot R2 \cdot \left(\frac{C1 \cdot C2}{C1 + C2}\right)}$$

$$F_{P2} = \frac{1}{2\pi \cdot R3 \cdot C3}$$



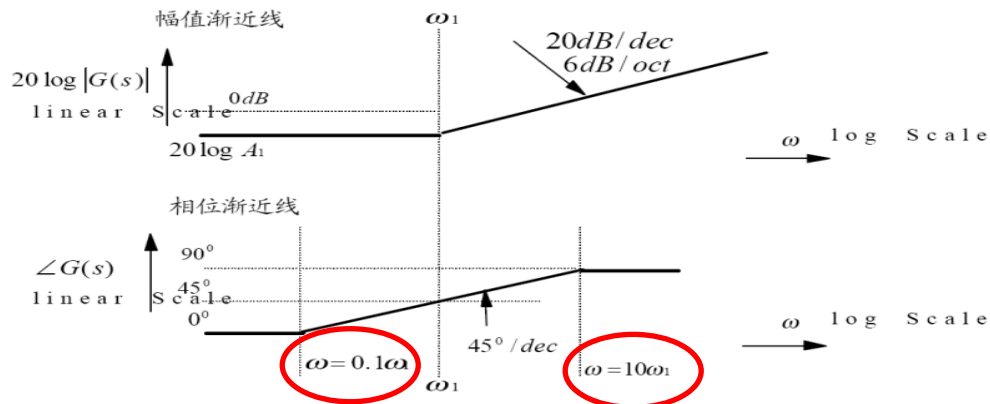
控制环路稳定性如何设计解决？

1. 目前的反馈补偿网络的零极点占位置？



➤ 相位从零点频率的1/10开始增加，45°/10倍频

4. (P x 单零点) 系统的幅值和相位渐近线 (PD)



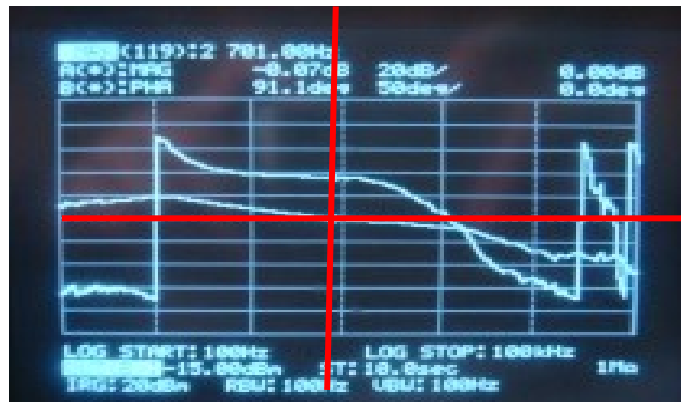
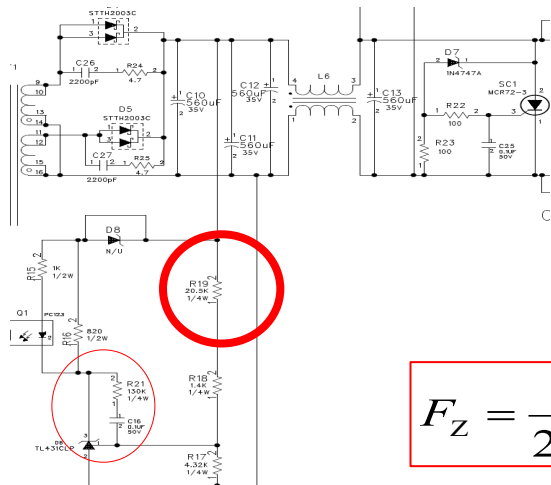
$$F_{Z1} = \frac{1}{2\pi \cdot R21 \cdot C16} = \frac{1}{2 * 3.14 * 130K * 0.1\mu F} = 12.2Hz$$

➤ 目前的零点相位补偿到122Hz，对于震荡频率5kHz没有帮助。

控制环路稳定性如何设计解决？

2. 整改解决方案

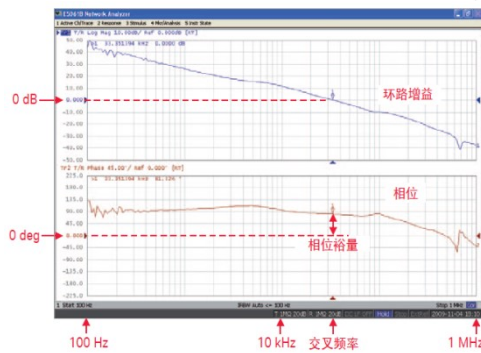
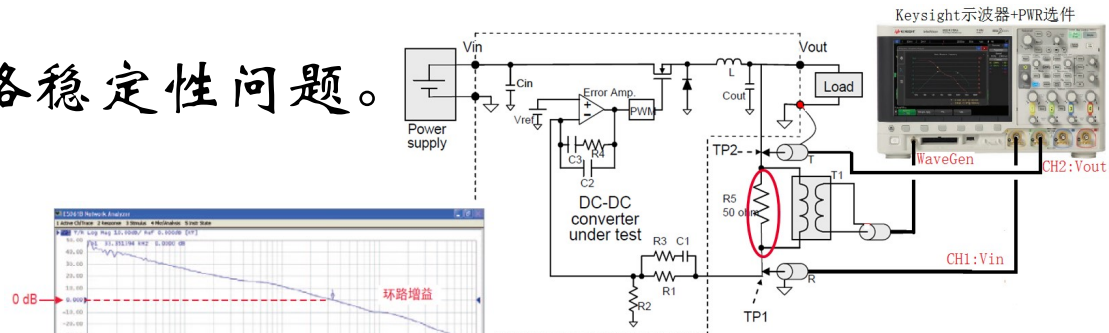
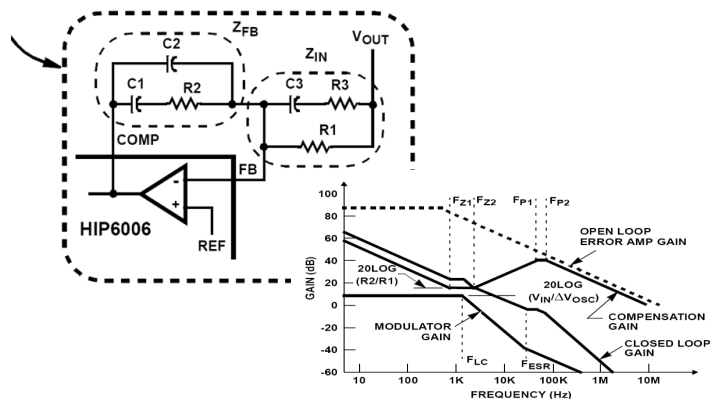
- 在谐振频率点增加一个零点，获得45°相位。
- 在R15=20.5K上并联 1.5nF电容



$$F_Z = \frac{1}{2\pi \cdot R19 \cdot C} = \frac{1}{2 * 3.14 * 20.5K * 1.5nF} = 5.2KHz$$

知识点小节

- dB是控制环路稳定性评判的关键指标之一。
- 介绍了示波器进行环路稳定性测试方法及其优势。
- 案例说明如何解决环路稳定性问题。



神奇的dB与开关电源设计

1. dB涉及哪些开关电源设计?
2. dB与音频噪声
3. dB如何应用到控制环路稳定性?
4. dB如何应用到电磁屏蔽中?
5. dB如何应用到EMI测试?
6. dB如何应用到EMI滤波中?
7. dB如何应用到器件选型中?

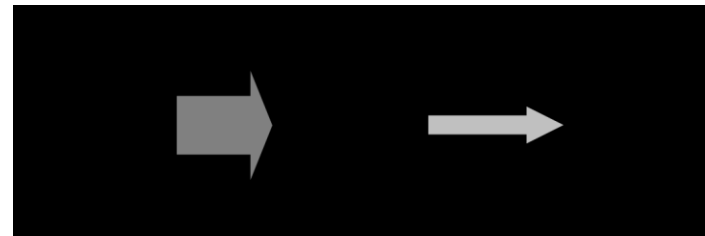
dB如何应用到电磁屏蔽中？

- 电磁屏蔽为何用到dB？
- 屏蔽效能取决与哪些因素？
- dB如何用到屏蔽材料选型？

电磁屏蔽为何用到dB?

➤ 电磁屏蔽效能

$$SE = 20 \lg (E_1 / E_2) \text{ dB}$$



屏蔽性能	原始场强	屏蔽后场强	衰减量
20dB	1	0.1	90%
40dB	1	0.01	99%
60dB	1	0.001	99.9%
80dB	1	0.0001	99.99%
100dB	1	0.00001	99.999%
120dB	1	0.000001	99.9999%

屏蔽效能取决与哪些因素？

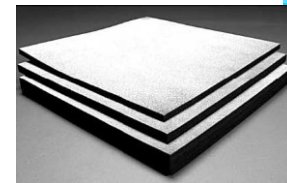
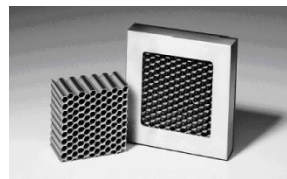
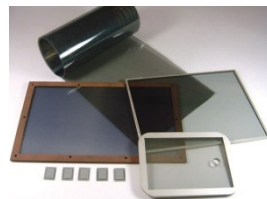
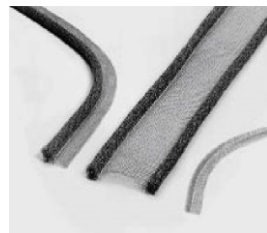
➤ 屏蔽效能的影响因素：导电率 σ_r 和导磁率 μ_r

材料	导电率 σ_r	导磁率 μ_r	屏蔽效能影响因子 $A_{\infty\sigma_r\mu_r}$
银	1.05	1	1.05
铜	1	1	1
金	0.7	1	0.7
铝	0.61	1	0.61
黄铜	0.26	1	0.26
青铜	0.18	1	0.18
锡	0.15	1	0.15
铅	0.08	1	0.08
镍	0.2	600	120
不锈钢(430)	0.02	500	10
钢(SAE 1045)	0.1	1000	100
坡莫合金(Mumetal)	0.03	30,000	900
超坡莫合金	0.03	100,000	300

dB如何用到屏蔽材料选型?

➤ 屏蔽效能与屏蔽材料选型要点

EMI屏蔽功能				材料说明		性能特点	
丝网材料	磁场 (100KHZ)	电场 (10MHZ)	平面波		直径 (mm)	芯体材料	温度范围 (°C)
			1GHZ	10GHZ			
Sn/Ph/Bz	80dB	130dB	110dB	95dB	0.114	氟丁海绵橡胶	-30~+100
Monel	60dB	125dB	90dB	80dB	0.114	硅海绵橡胶	-75~+205
Sn/Cu/Fe	80dB	130dB	105dB	95dB	0.114	硅实芯橡胶	-60~+260



知识点小节

➤ 屏蔽效能定义

$$SE = 20 \lg (E_1 / E_2) \text{ dB}$$

➤ 屏蔽效能影响因素

➤ 介绍屏蔽材料选型要点



材料	导电率 σ_r	导磁率 μ_r	屏蔽效能影响因素 $A \propto \sigma_r \mu_r$
银	1.05	1	1.05
铜	1	1	1
金	0.7	1	0.7
铝	0.61	1	0.61
黄铜	0.26	1	0.26
青铜	0.18	1	0.18
锡	0.15	1	0.15
铅	0.08	1	0.08
镍	0.2	600	120
不锈钢(430)	0.02	500	10
铜(SAE 1045)	0.1	1000	100
坡莫合金(Mumetal)	0.03	30,000	900
超坡莫合金	0.03	100,000	300

EMI屏蔽功能					材料说明		性能特点
丝网材料	磁场 (100KHZ)	电场 (10MHZ)	平面波		直径 (mm)	芯体材料	温度范围 (°C)
			1GHZ	10GHZ			
			Sn/Ph/Bz	80dB			
Monel	60dB	125dB	90dB	80dB	0.114	硅海绵橡胶	-75~+205
Sn/Cu/Fe	80dB	130dB	105dB	95dB	0.114	硅实芯橡胶	-60~+260

神奇的dB与开关电源设计

1. dB涉及哪些开关电源设计？
2. dB与音频噪声
3. dB如何应用到控制环路稳定性？
4. dB如何应用到电磁屏蔽中？
5. dB如何应用到EMI测试？
6. dB如何应用到EMI滤波中？
7. dB如何应用到器件选型中？

dB如何应用到EMI测试?

- EMI法规中的噪声如何用dB来评测?
- dB如何在汽车电子中限定噪声限值?

EMI法规中的噪声如何用dB来评测?

➤ 家电, 医疗, 照明, 通讯, 光伏等EMI法规限值

HOUSEHOLD APPLIANCES AND EQUIPMENT CAUSING SIMILAR DISTURBANCES
AND REGULATING CONTROLS INCORPORATING SEMICONDUCTOR DEVICES

2) Low voltage AC mains port	0 kHz – 2 kHz		IEC 61000-3-2 IEC 61000-3-3 IEC 61000-3-11 IEC 61000-3-12
	0,15 MHz – 0,5 MHz	66 dB(μV) – 56 dB(μV) quasi-peak 56 dB(μV) – 46 dB(μV) average	CISPR 16-2-1, 7.4.1 CISPR 16-1-2, 4.3
	0,5 MHz – 5 MHz	56 dB(μV) quasi-peak 46 dB(μV) average	
	5 MHz – 30 MHz	60 dB(μV) quasi-peak 50 dB(μV) average	
	0,15 MHz – 30 MHz	See basic standard, clause: discontinuous disturbance.	CISPR 14-1

IEC61000-6-3 (光伏)

Frequency range (MHz)	At mains terminals		At load terminals and additional terminals	
	2 dB (μV) Quasi-peak	3 dB (μV) Average*	4 dB (μV) Quasi-peak	5 dB (μV) Average*
0,15 to 0,50	Decreasing linearly with the logarithm of the frequency from: 66 to 56 59 to 46		80	70
0,50 to 5	56	46	74	64
5 to 30	60	50	74	64

EN55014 (家电)

Table 2 – Limits for conducted disturbance at the mains ports of class B ITE

Frequency range MHz	Limits dB(μV)	
	Quasi-peak	Average
0,15 to 0,50	66 to 56	56 to 46
0,50 to 5	56	46
5 to 30	60	50

NOTE 1 The lower limit shall apply at the transition frequencies.
NOTE 2 The limit decreases linearly with the logarithm of the frequency in the range 0,15 MHz to 0,50 MHz.

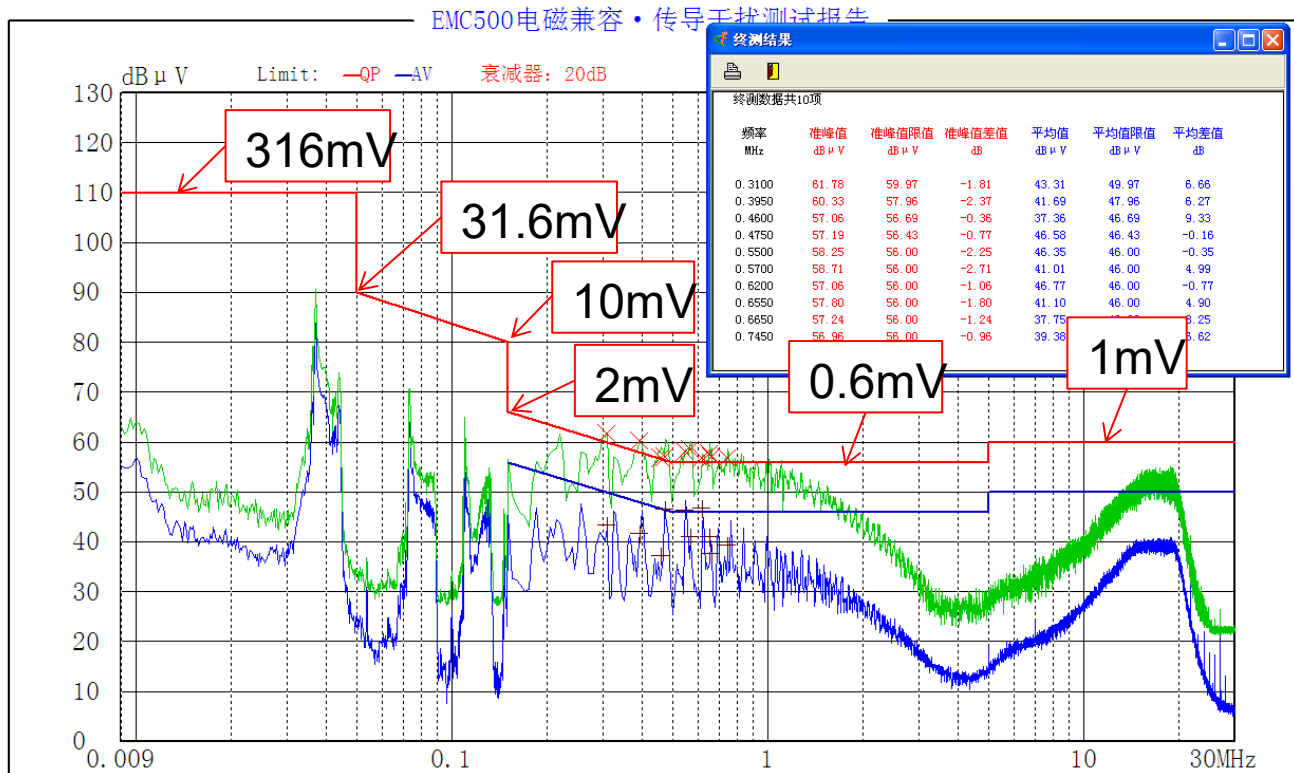
EN55022/55011 (ITE/医疗)

Frequency range	Limits dB(μV)*	
	Quasi-peak	Average
9 kHz to 50 kHz	110	-
50 kHz to 150 kHz	90 to 80 ^b	-
150 kHz to 0,5 MHz	66 to 56 ^b	56 to 46 ^b
0,5 MHz to 5,0 MHz	56 ^c	46 ^c
5 MHz to 30 MHz	60	50

EN55015 (照明)

EMI法规中的噪声如何用dB来评测?

➤ EN55015



dB如何在汽车电子中限定噪声限值?

➤ 电压法

➤ 电流法

➤ $40\text{dBuV}=100\mu\text{V}$

➤ $0\text{dBuA}=1\mu\text{A}\sim 50\mu\text{V}$

Table 5 – Examples of limits for conducted disturbances – Voltage method

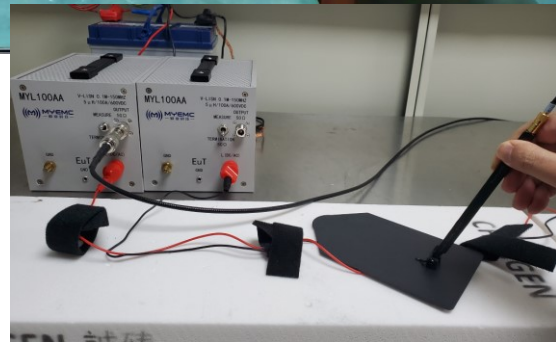
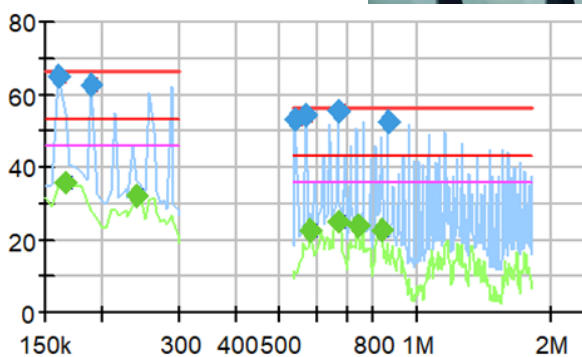
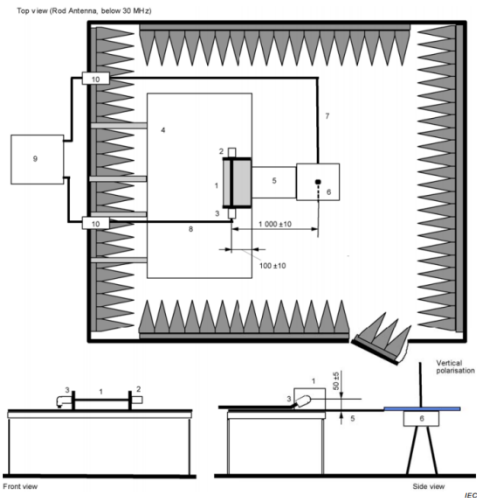
Service / Band	Frequency MHz	Levels in dB(μV)														
		Class 5			Class 4			Class 3			Class 2			Class 1		
		Peak	Quasipeak	Average	Peak	Quasipeak	Average	Peak	Quasipeak	Average	Peak	Quasipeak	Average	Peak	Quasipeak	Average
BROADCAST																
LW	0,15 to 0,30	70	57	50	80	67	60	90	77	70	100	87	80	110	97	90
MW	0,53 to 1,8	54	41	34	62	49	42	70	57	50	78	65	58	86	73	66
SW	5,9 to 6,2	53	40	33	59	46	39	65	52	45	71	58	51	77	64	57
FM	76 to 108	38	25	18	44	31	24	50	37	30	56	43	36	62	49	42
TV Band I	41 to 88	34	-	24	40	-	30	46	-	36	52	-	42	58	-	48

Table 6 – Examples of limits for conducted disturbances – Current probe method

Service / Band	Frequency MHz	Levels in dB(μA)														
		Class 5			Class 4			Class 3			Class 2			Class 1		
		Peak	Quasipeak	Average	Peak	Quasipeak	Average	Peak	Quasipeak	Average	Peak	Quasipeak	Average	Peak	Quasipeak	Average
BROADCAST																
LW	0,15 to 0,30	50	37	30	60	47	40	70	57	50	80	67	60	90	77	70
MW	0,53 to 1,8	26	13	6	34	21	14	42	29	22	50	37	30	58	45	38
SW	5,9 to 6,2	19	6	-1	25	12	5	31	18	11	37	24	17	43	30	23
FM	76 to 108	4	-9	-16	10	-3	-10	16	3	-4	22	9	2	28	15	8
TV Band I	41 to 88	0	-	-10	6	-	-4	12	-	2	18	-	8	24	-	14
DAB III	171 to 245	-2	-	-12	4	-	-6	10	-	0	16	-	6	22	-	12

dB如何在汽车电子中限定噪声限值?

➤ 1米法辐射



神奇的dB与开关电源设计

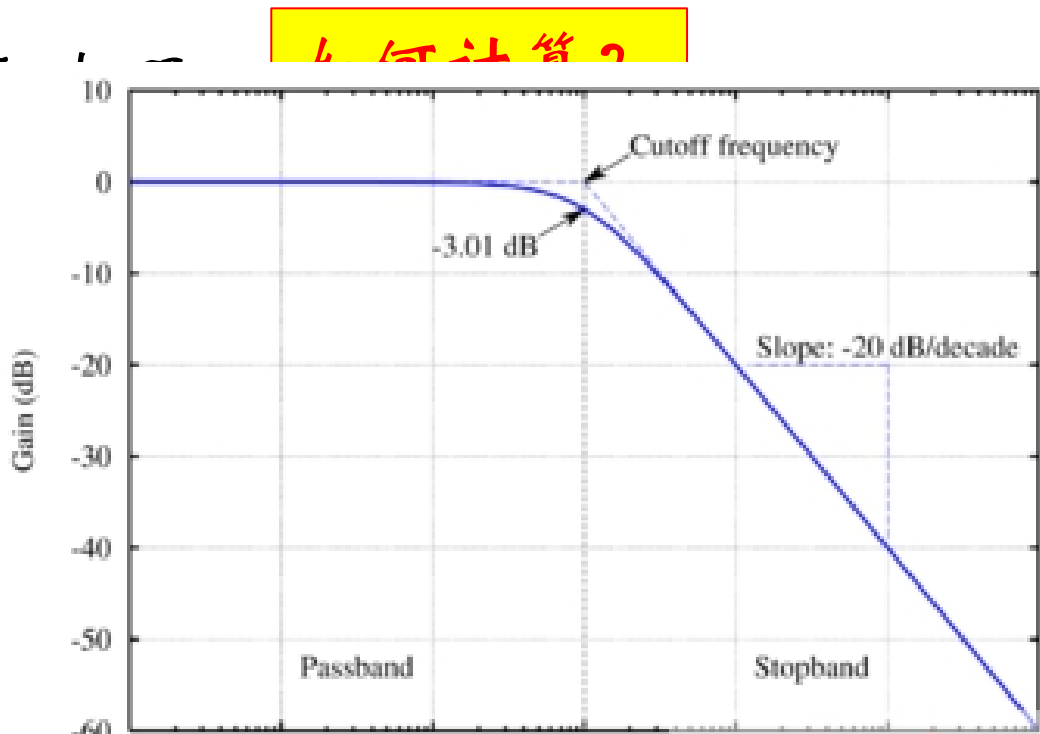
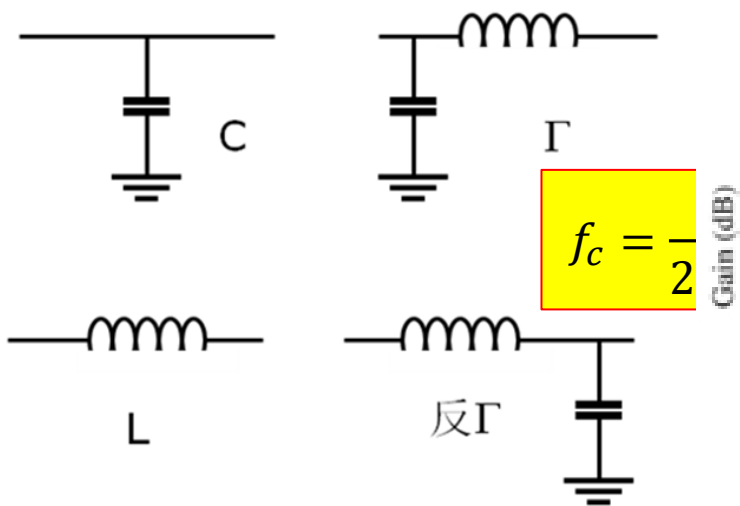
1. dB涉及哪些开关电源设计？
2. dB与音频噪声
3. dB如何应用到控制环路稳定性？
4. dB如何应用到电磁屏蔽中？
5. dB如何应用到EMI测试？
6. dB如何应用到EMI滤波中？
7. dB如何应用到器件选型中？

dB如何应用到EMI滤波中？

- dB为何要用来描述EMI滤波器的噪声抑制效果？
- EMI滤波器架构对噪声抑制有哪些差异？
- EMI滤波器的噪声抑制效果如何评测？

dB为何要用来描述EMI滤波器的噪声抑制效果？

➤ 1阶、2阶、3阶滤波

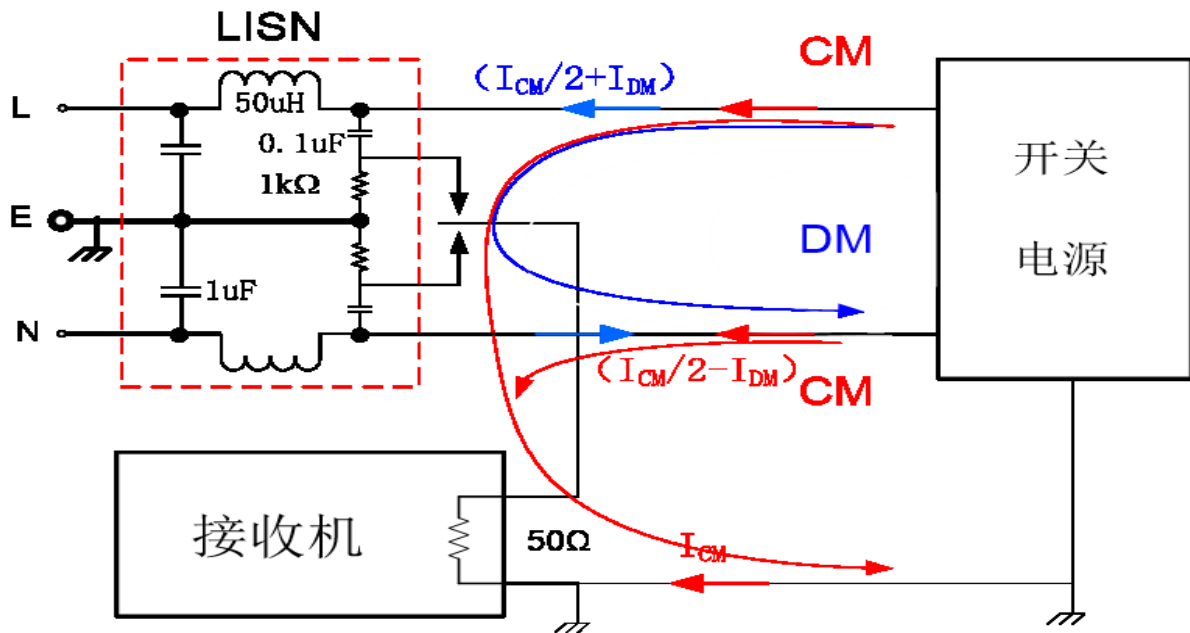


dB如何应用到EMI滤波中？

- dB为何要用来描述EMI滤波器的噪声抑制效果？
- EMI滤波器架构对噪声抑制有哪些差异？
- EMI滤波器的噪声抑制效果如何评测？

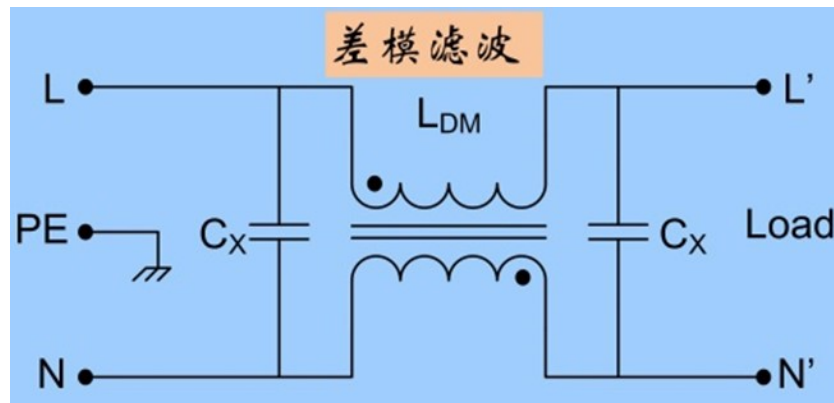
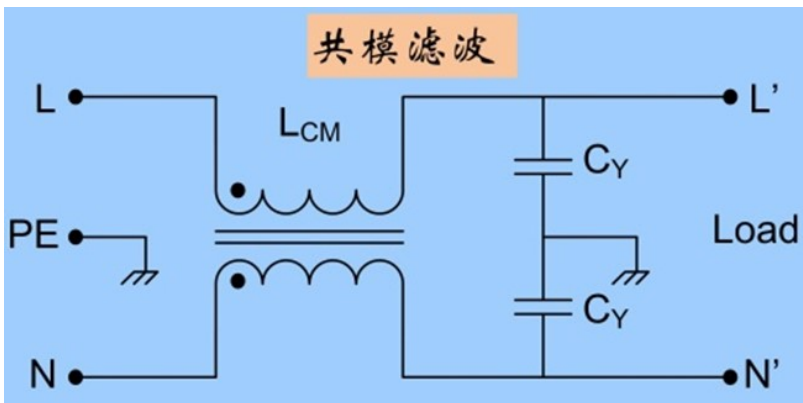
EMI滤波器架构对噪声抑制有哪些差异？

➤ LISN与差共模电流



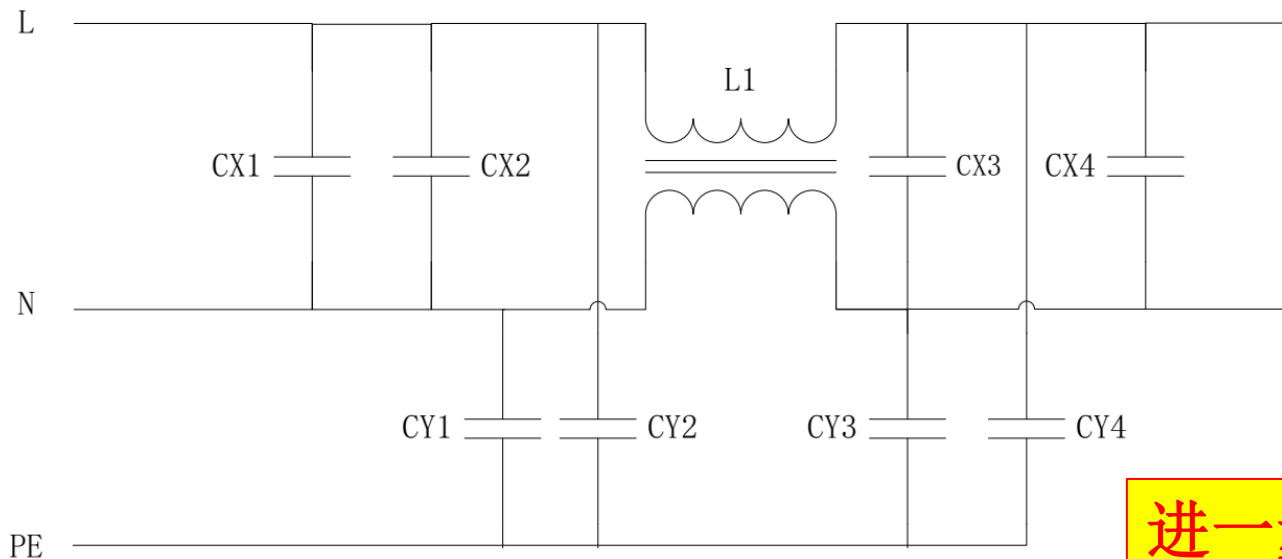
EMI滤波器架构对噪声抑制有哪些差异？

➤ 共模滤波器和差模滤波器架构



EMI滤波器架构对噪声抑制有哪些差异？

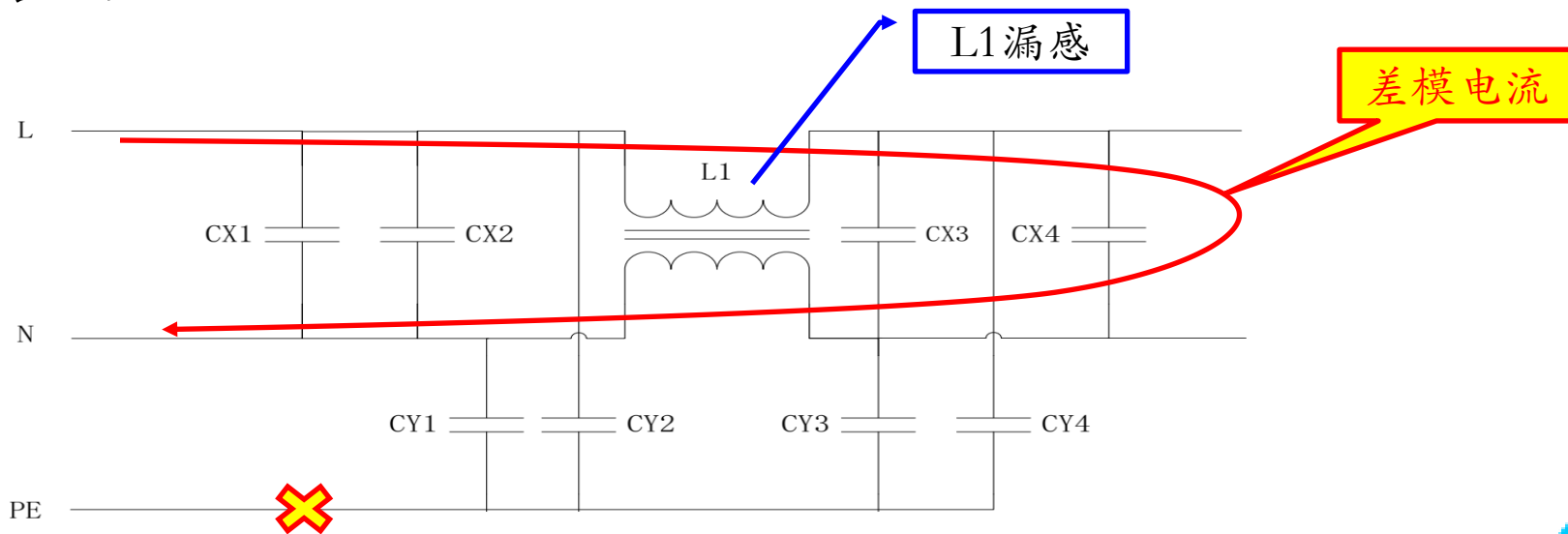
➤ 常用的滤波器架构



进一步如何计算？

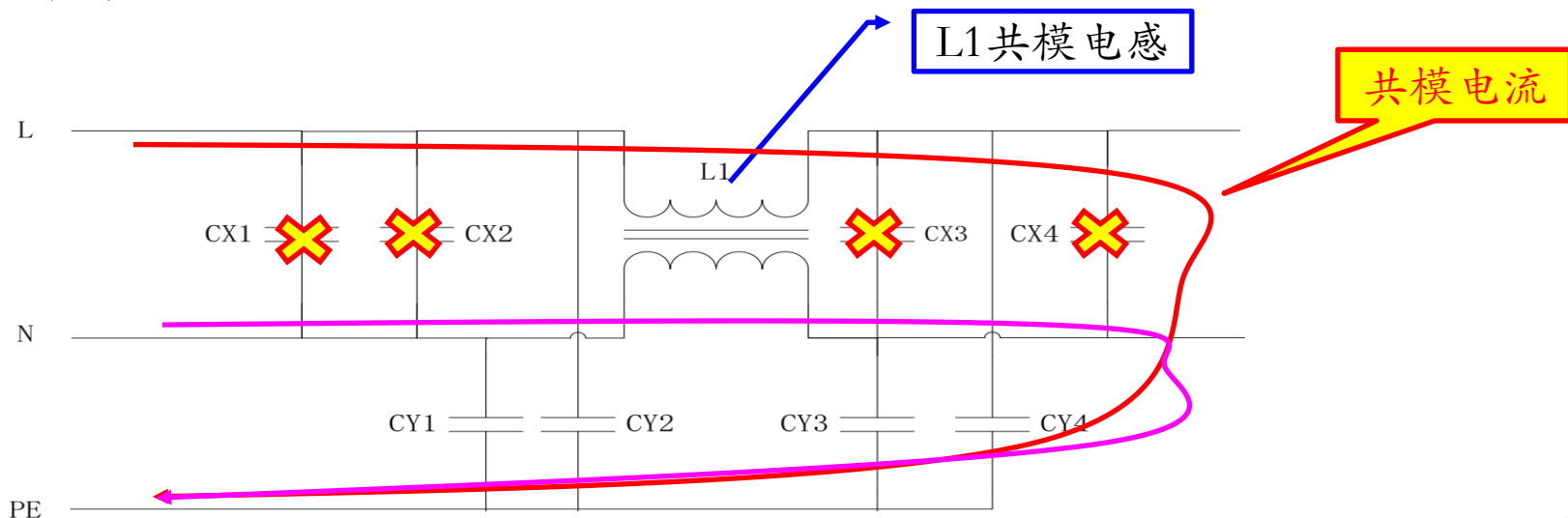
EMI滤波器架构对噪声抑制有哪些差异？

➤ 差模路径



EMI滤波器架构对噪声抑制有哪些差异？

➤ 共模路径



dB如何应用到EMI滤波中？

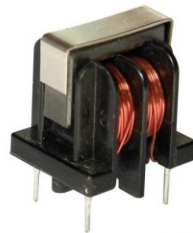
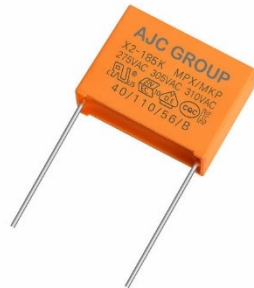
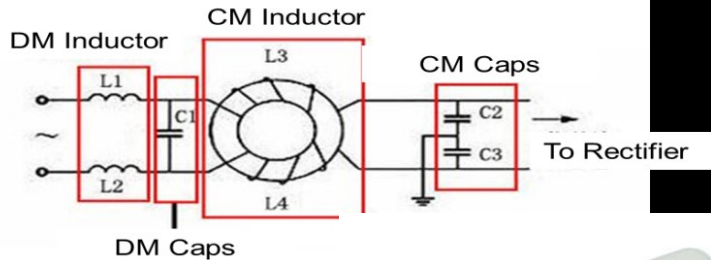
- dB为何要用来描述EMI滤波器的噪声抑制效果？
- EMI滤波器架构对噪声抑制有哪些差异？
- EMI滤波器的噪声抑制效果如何评测？

EMI滤波器的噪声抑制效果如何评测？

➤ EMI滤波器性能如何评价？

电感量/电容量？

1mH@10kHz



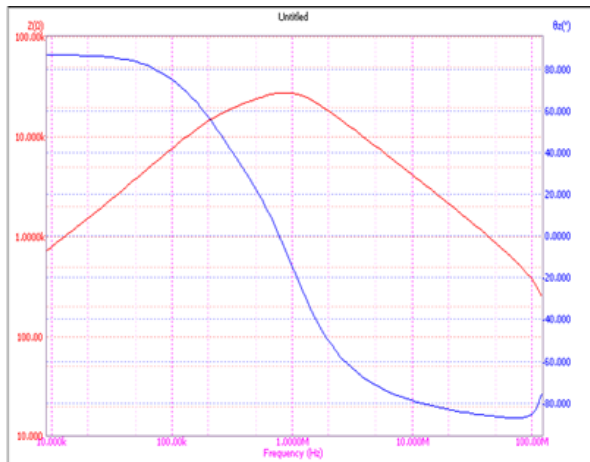
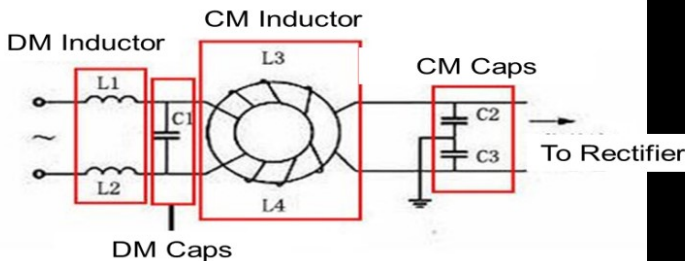
敏业信息科技（上海）有限公司

www.myemc.net.cn

EMI滤波器的噪声抑制效果如何评测？

➤ EMI滤波器性能如何评价？

阻抗@10k-100MHz?

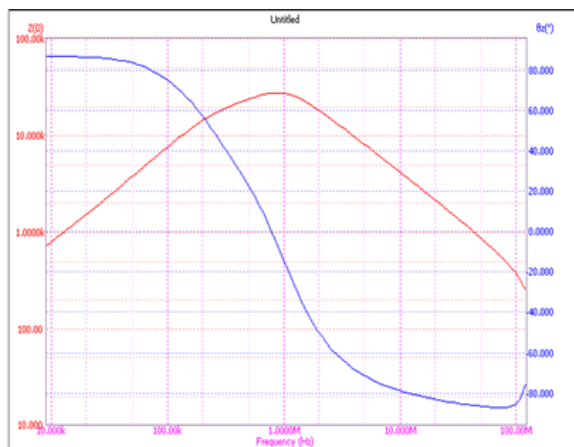


敏业信息科技（上海）有限公司

www.myemc.net.cn

EMI滤波器的噪声抑制效果如何评测？

- 阻抗10kohm够了吗？
- 如何区分滤波器对差模和共模噪声的滤波特性？
- 同一个滤波器在不同电路中的滤波性能是否相同？



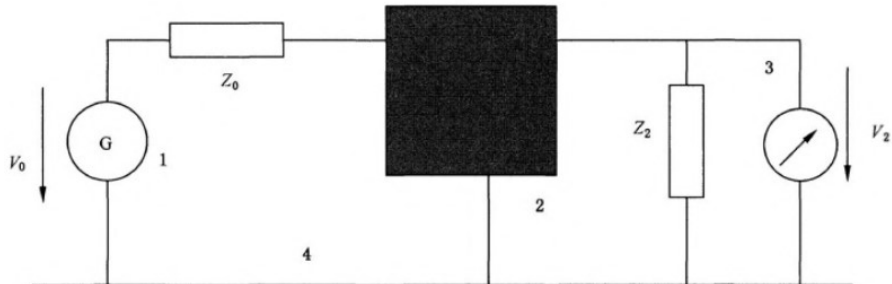
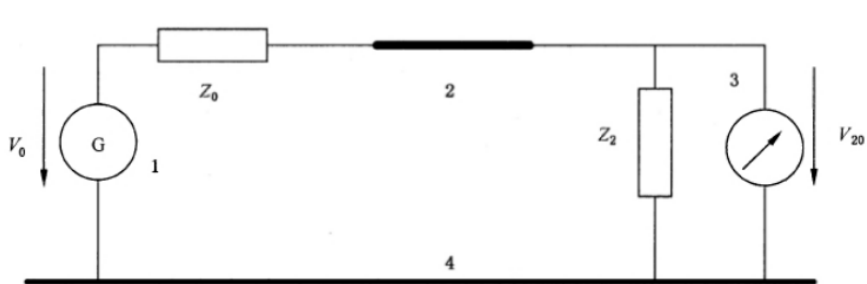
敏业信息科技（上海）有限公司

www.myemc.net.cn

EMI滤波器的噪声抑制效果如何评测？

GB/T 7343-2017 idt CISPR17:2011 《无源EMC滤波器件抑制特性的测量方法》

对插入损耗的定义：

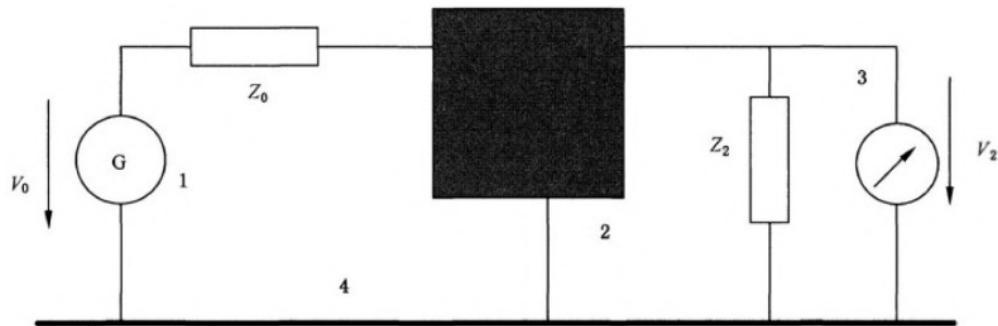


$$a_e = 20\lg(V_{20}/V_2)$$

EMI滤波器的噪声抑制效果如何评测？

➤ 插入损耗简化测试 a_e :

$$a_e = 20\lg(V_0/2V_2)$$



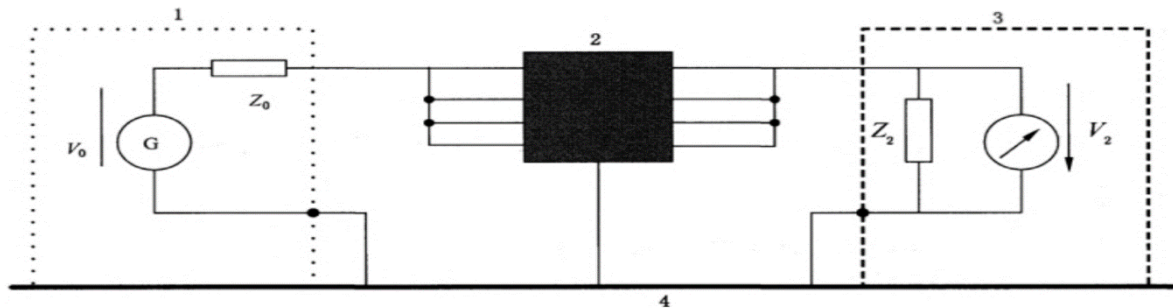
信号源内阻 $Z_0 =$ 接收机内阻 $Z_2 = 50\Omega$

V_0 : 50Ω 信号源的开路电压, 单位 (V)

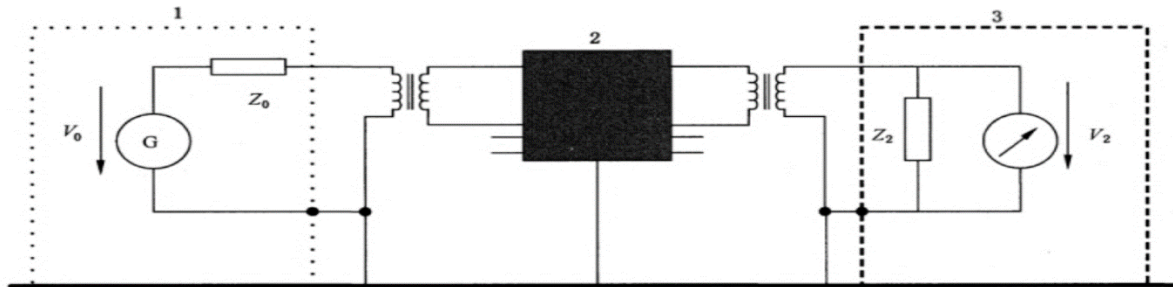
V_2 : 滤波电路的输出端电压, 单位 (V)

EMI滤波器的噪声抑制效果如何评测？

➤ 共模插损（不对称插损）——共模滤波

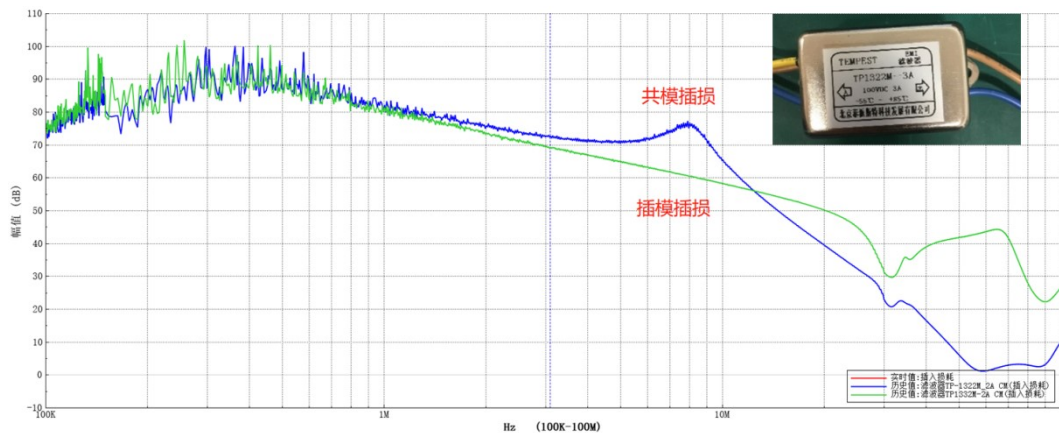
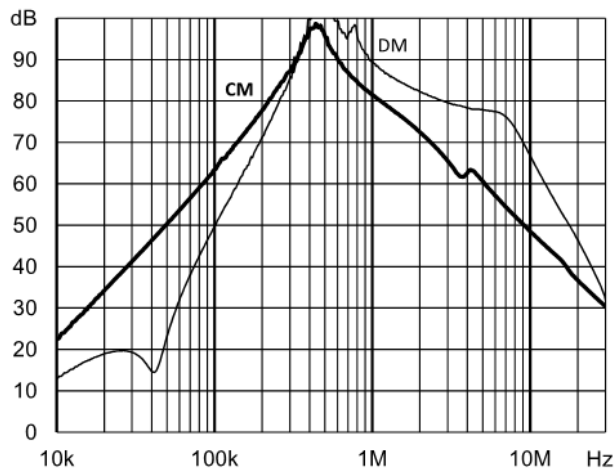


➤ 差模插损（对称插损）——差模滤波



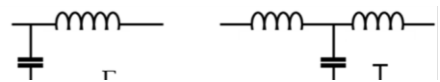
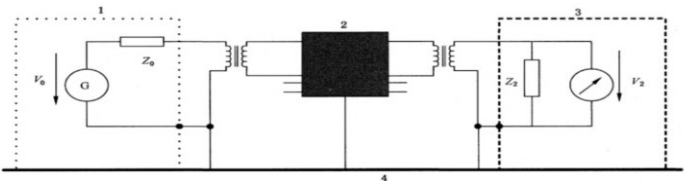
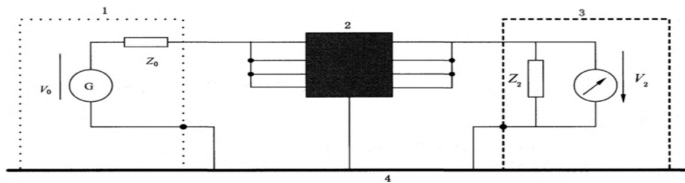
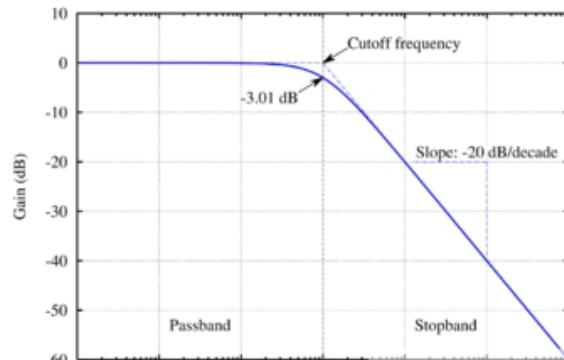
EMI滤波器的噪声抑制效果如何评测？

➤ 实际滤波器的共模插损和差模测试



知识点小节

- dB在EMI滤波器设计中的应用
- 滤波器在EMI滤波器中的差异
- 滤波器的评测方法



- 阻抗不分差模和共模。
- 插损有差模插损和共模插损。

神奇的dB与开关电源设计

1. dB涉及哪些开关电源设计？
2. dB与音频噪声
3. dB如何应用到控制环路稳定性？
4. dB如何应用到电磁屏蔽中？
5. dB如何应用到EMI测试？
6. dB如何应用到EMI滤波中？
7. dB如何应用到器件选型中？

dB如何应用到器件选型中？

- dB为何要应用到器件选型？
- 滤波电感的噪声抑制效果如何评测？
- 磁芯的磁芯的导磁率如何测试？
- 滤波电容的噪声抑制效果如何评测？

dB为何要应用到器件选型？

1. 对应EMI法规限值。
2. 对应噪声的差模和共模分量。
3. 快捷高效。

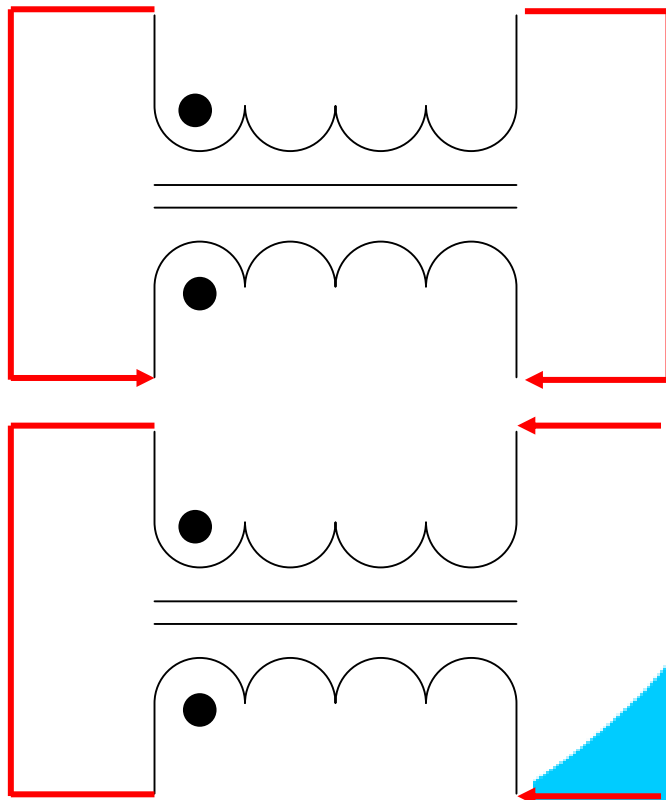
dB如何应用到器件选型中？

- dB为何要应用到器件选型？
- 滤波电感的噪声抑制效果如何评测？
- 磁芯的磁芯的导磁率如何测试？
- 滤波电容的噪声抑制效果如何评测？

滤波电感的噪声抑制效果如何评测?

➤ T14*8*7_20mH

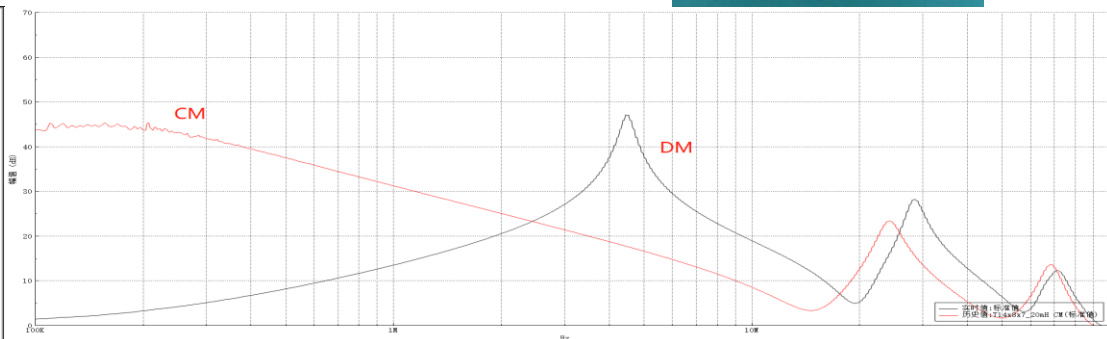
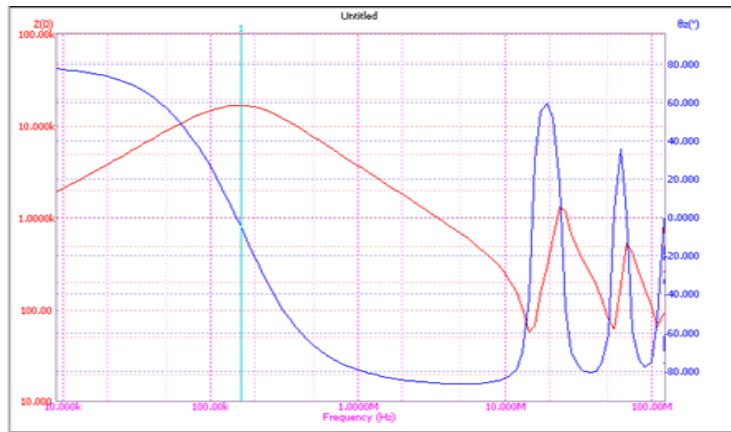
- 共模插入损耗
- 差模插入损耗



滤波电感的噪声抑制效果如何评测?

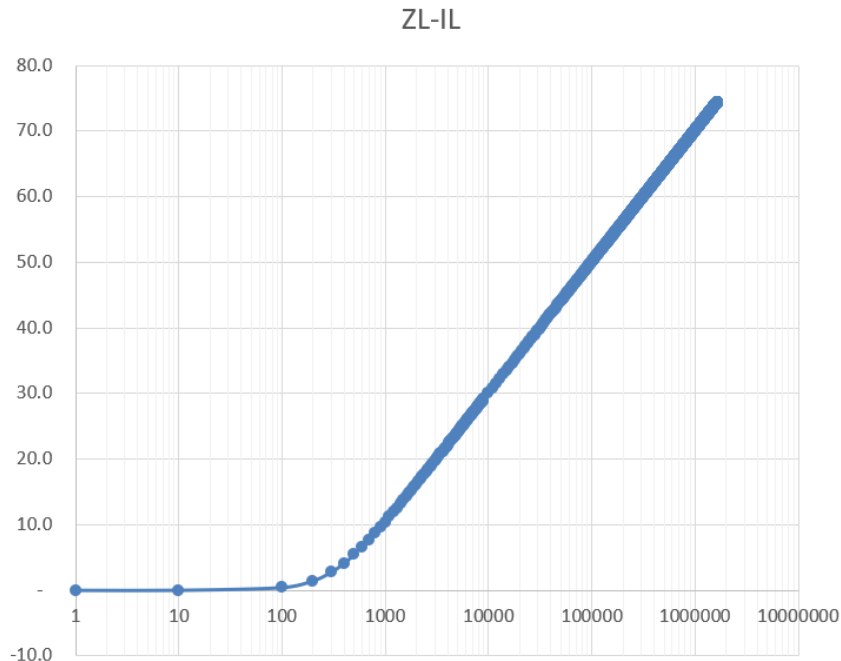
➤ T14*8*7_20mH

- 共模插入损耗
- 差模插入损耗



EMI滤波器的噪声抑制效果如何评测？

➤ 电感阻抗与插入损耗的关系



$$IL = 20 \lg \sqrt{1 + \left(\frac{Z_L}{R_o + R_{dm}} \right)^2}$$

- 阻抗不分差模和共模。
- 插损有差模插损和共模插损。

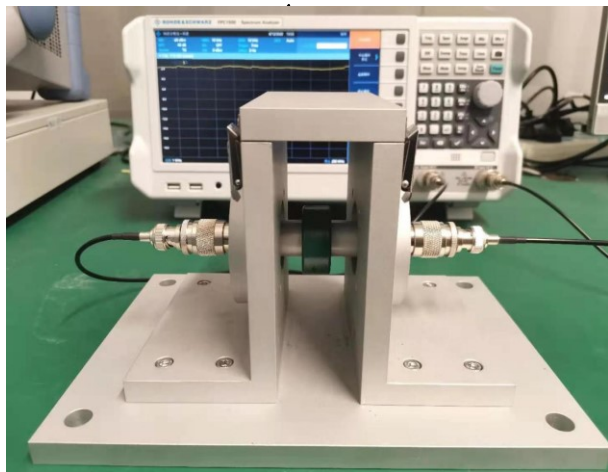
dB如何应用到器件选型中？

- dB为何要应用到器件选型？
- 滤波电感的噪声抑制效果如何评测？
- **磁芯的磁芯的导磁率如何测试？**
- 滤波电容的噪声抑制效果如何评测？

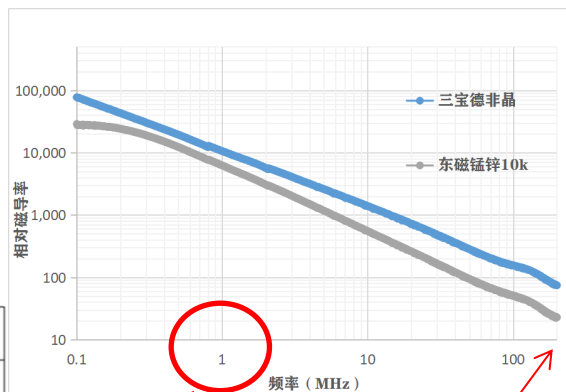
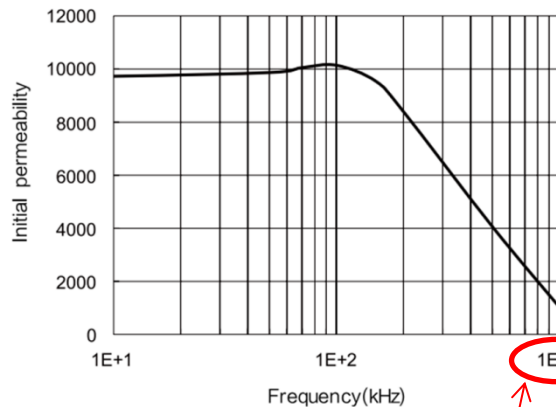
磁芯的磁芯的导磁率如何测试？

➤ 全新的测试方法

— 单匝的插损测试



H:

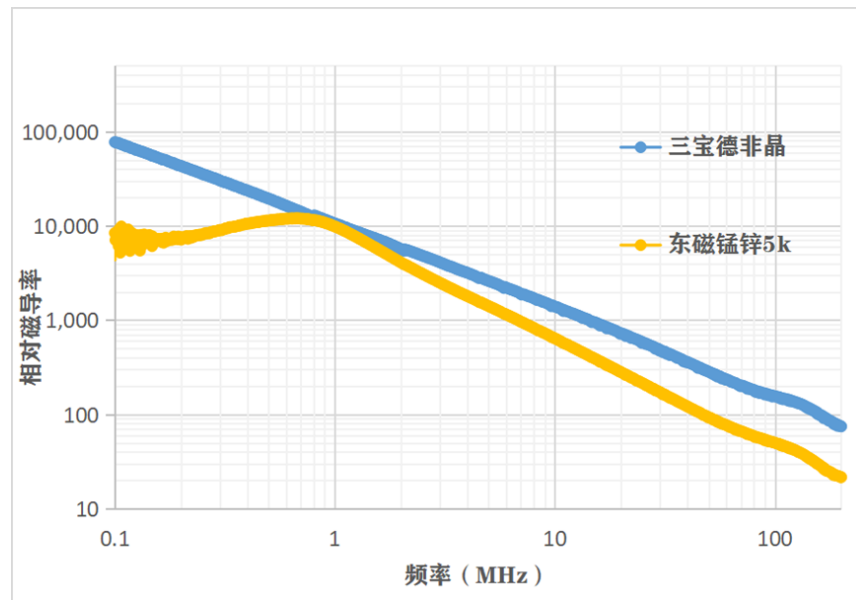
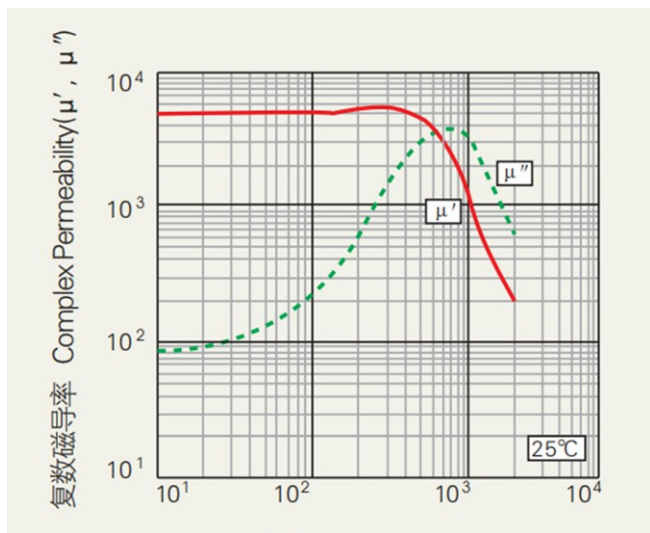


1MHz

200MHz

不同磁材的磁导率比对

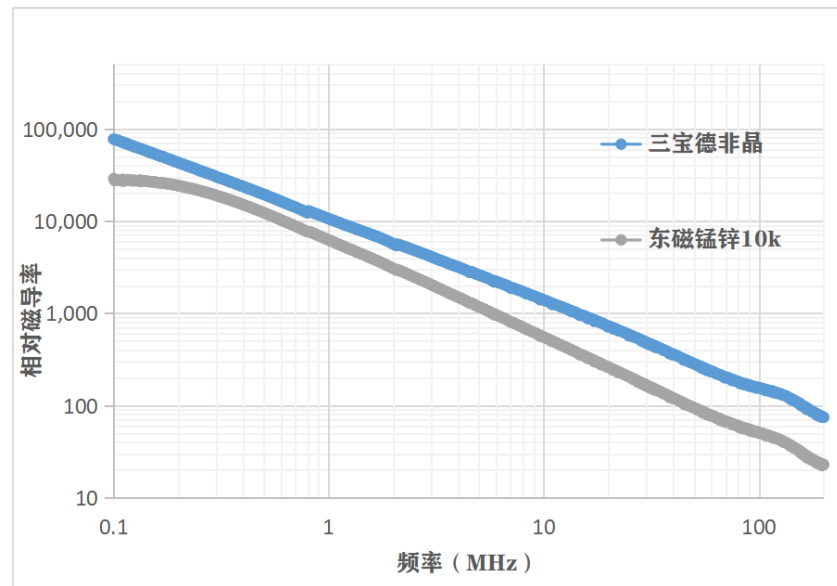
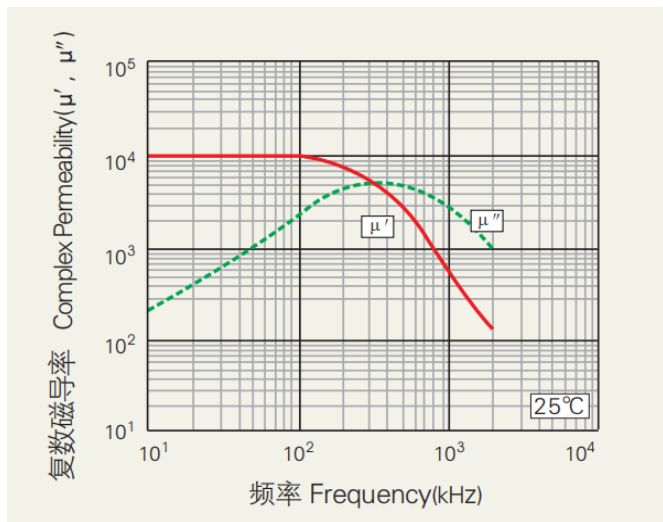
➤ 锰锌5K/非晶的磁导率 μ_r



➤ 非晶的导磁率大于5K锰锌，600kHz~2MHz接近。

不同磁材的磁导率比对

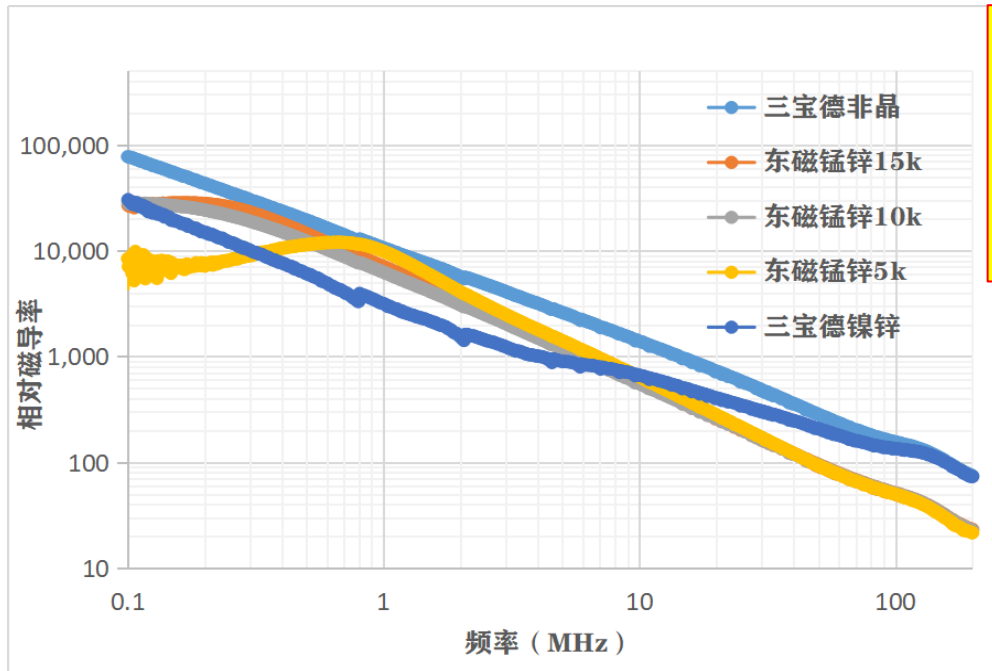
➤ 锰锌10K/非晶的磁导率 μ_r



➤ 非晶的导磁率大于10K锰锌，300kHz~900kHz接近。

不同磁材的磁导率比对

➤ 总体比对磁导率 μ_r



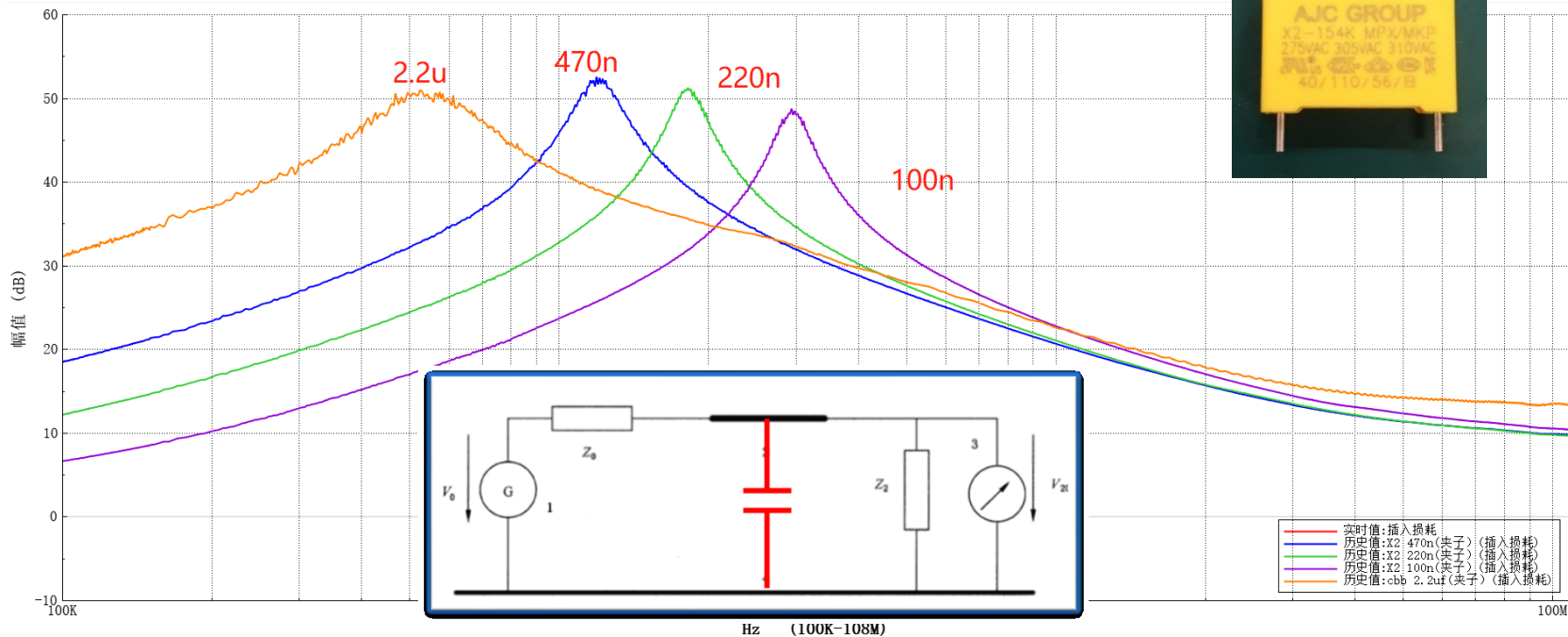
- 不同频率段用对应的磁芯，体积，性价比的权衡
- 需要定量地测试和评估。

dB如何应用到器件选型中？

- dB为何要应用到器件选型？
- 滤波电感的噪声抑制效果如何评测？
- 磁芯的磁芯的导磁率如何测试？
- 滤波电容的噪声抑制效果如何评测？

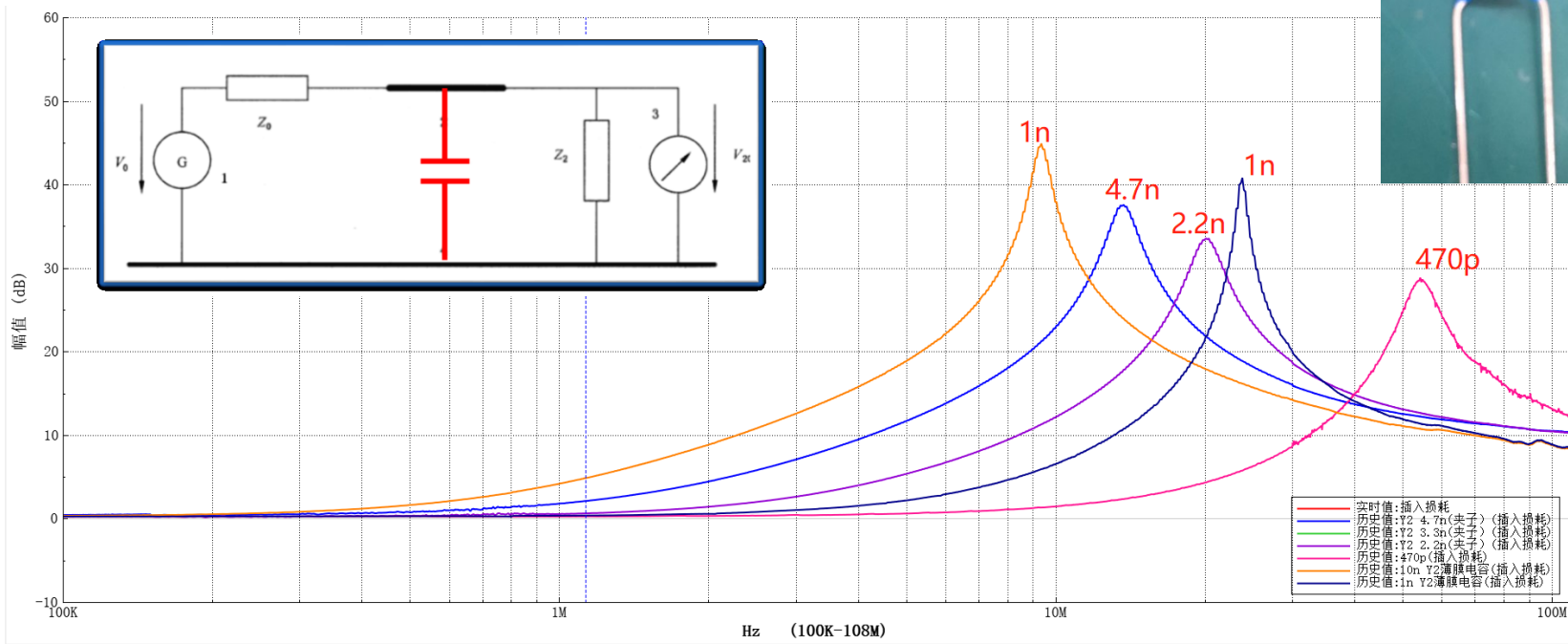
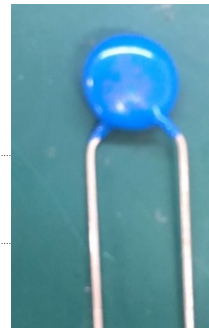
滤波电容的噪声抑制效果如何评测？

➤ X电容的共模插入损耗



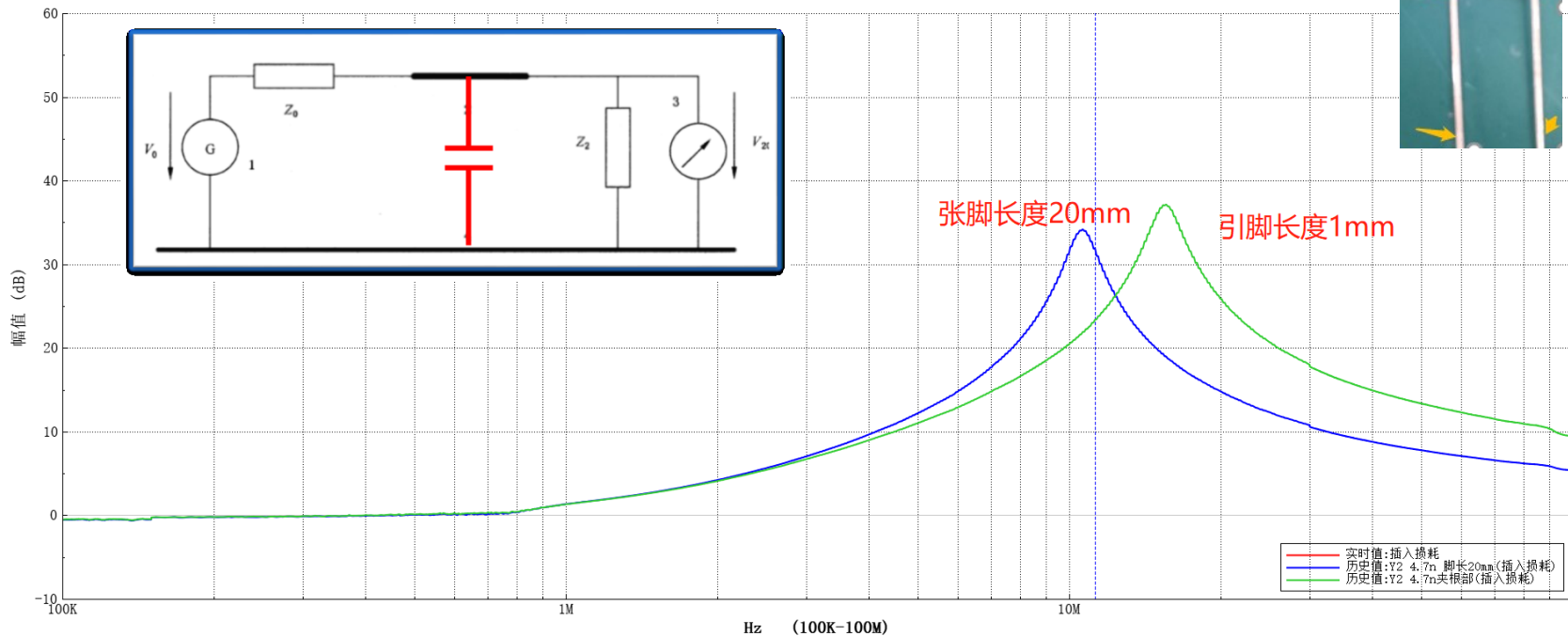
滤波电容的噪声抑制效果如何评测？

➤ Y电容的共模插入损耗



滤波电容的噪声抑制效果如何评测？

➤ Y电容的共模插入损耗



总结—神奇的dB与开关电源设计

- dB在开关电源音频噪声中的应用
- dB在控制环路稳定性中的应用
- dB在电磁屏蔽中的应用
- dB在EMI和器件选型中的应用

敏业信息科技有限公司（上海）有限公司简介



敏业成立于2014年的技术型企业，以黄敏超博士为首的EMC专家团队专注于EMC技术的研究及创新，为工、科、医、军工及电动汽车等各行各业的企业提供EMC诊断测试、正向设计服务以及解决方案。公司于2018年推出的一站式EMC诊断测试系统填补了EMC诊断仪器领域空白，为电子产品产业链上下游企业提供了最合适和量身定制的诊断设备，能快速解决相关的电磁兼容问题。

公司主营：

- 电磁兼容诊断仪器及系统集成
- 电磁兼容诊断测试服务
- 电磁兼容正向设计服务
- 电磁兼容专业培训



敏业信息科技有限公司（上海）有限公司