

M. A. de Rooij



The eGaN[®] FET
Journey Continues

符合A4WP无线电源第三级规范的
E类放大器并采用eGaN[®]FET与MOSFET
的性能的比较



议题



- A4WP第三级规范导论
- E类放大器拓扑
- 比较采用eGaN®FET与MOSFET的放大器的性能
- 实验结果
- 总结

eGaN® is a registered trademark of Efficient Power Conversion Corporation



导论

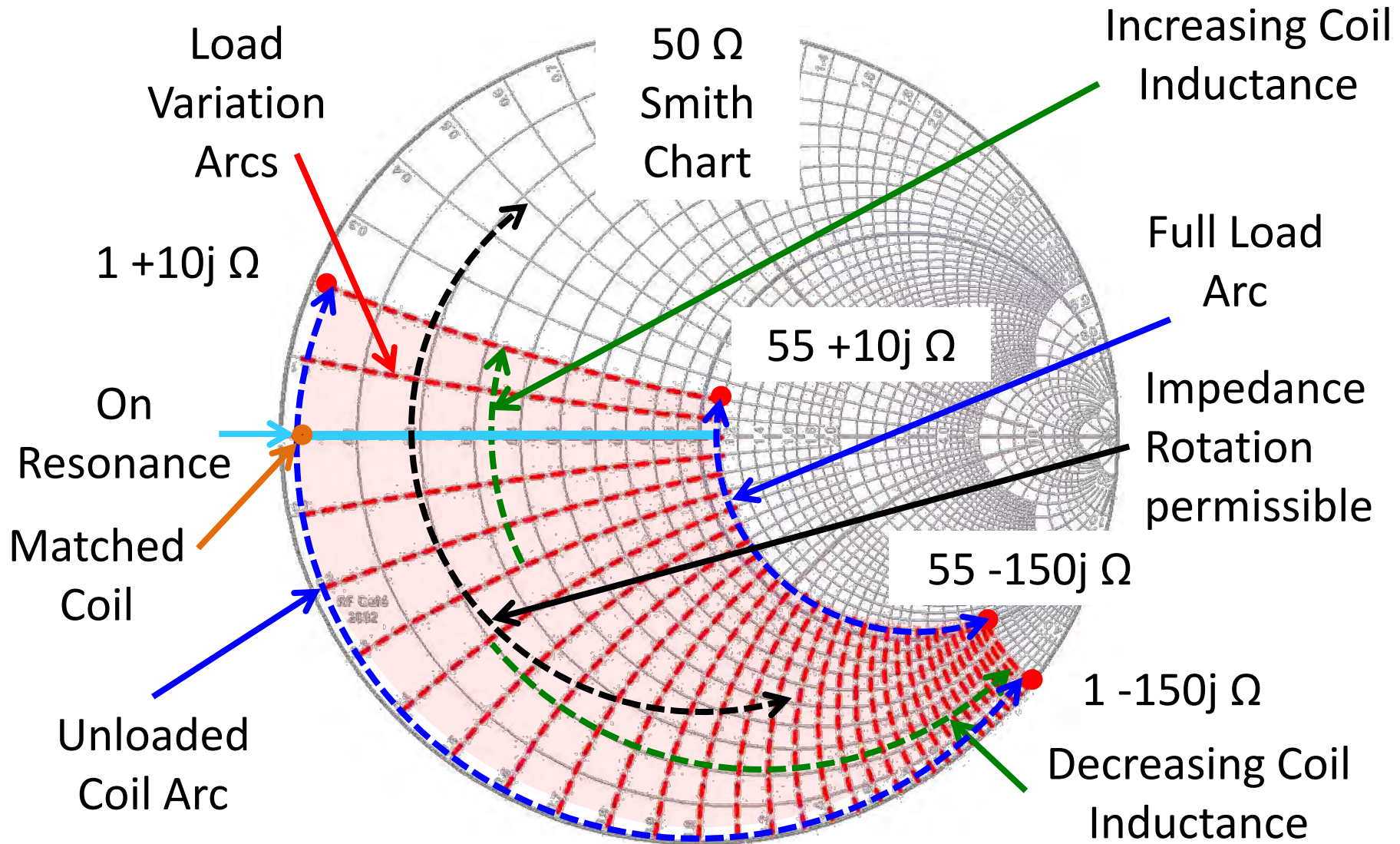


- 无线电源传送需要简单方便，例如可支持装置的方向及距离、多终端充电、使用者认为简单易用及充电范围等方面。
- 只有无线充电联盟 (A4WP/Rezence) 的标准可以符合以上的要求：
 - 高度谐振 (6.78 MHz ISM 频带)
 - 使用松散耦合线圈
 - 工作在 off-resonance 条件下
- 测试 E 类放大器是否符合 A4WP 第三级规范的要求

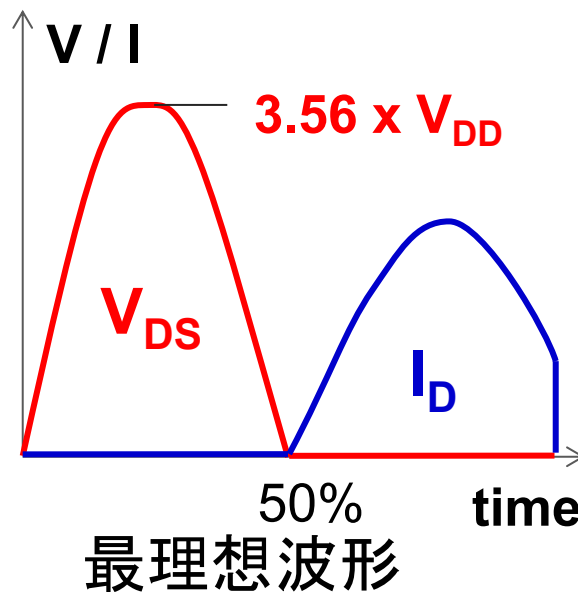
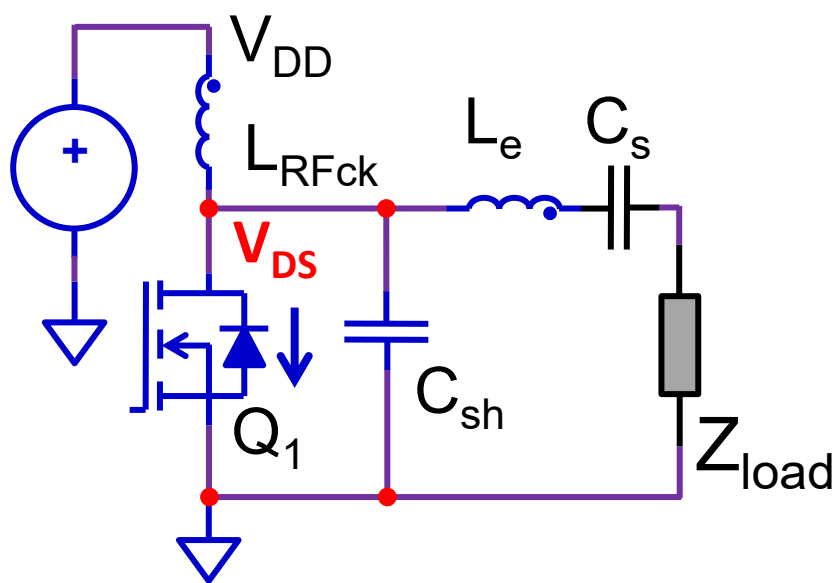




A4WP第三级规范对阻抗的要求



- 开关电压额定值 = $3.56 \cdot \text{Supply } (V_{DD})$
这是最理想的工作条件，但可以高达6.5倍！
- C_{OSS} 被吸收 (absorb) 进匹配网络
- 对负载变化敏感 - 场效应晶体管具高损耗
- 线圈电压 = $\frac{1}{\sqrt{2}} \cdot V_{DD} [V_{RMS}]$ (只适合最理想的操作)

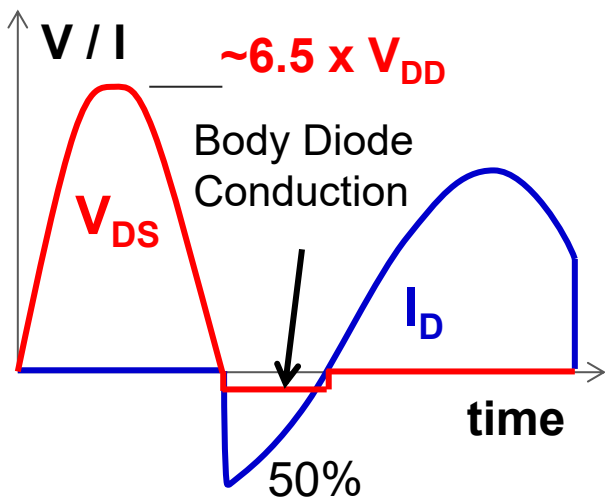




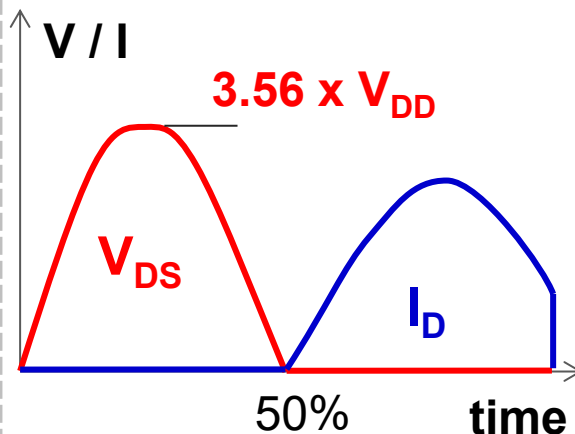
负载阻抗对E类放大器的FET的影响



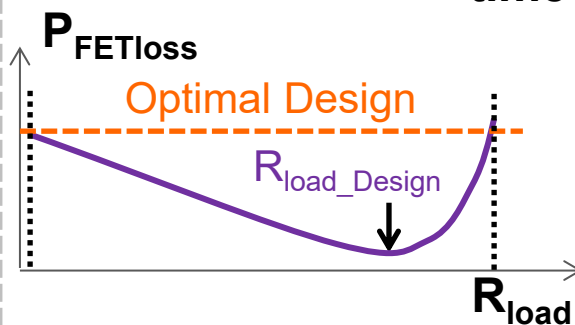
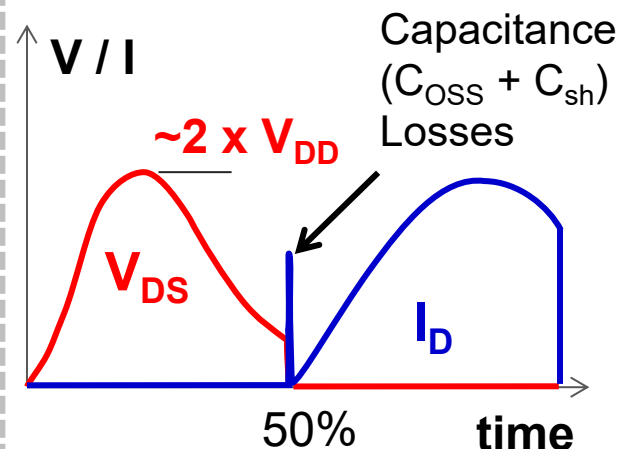
$R_{load} < \text{Design Point}$
Drives FET voltage Rating



$R_{load} = \text{Design Point}$



$R_{load} > \text{Design Point}$
Drives FET C_{OSS} choice

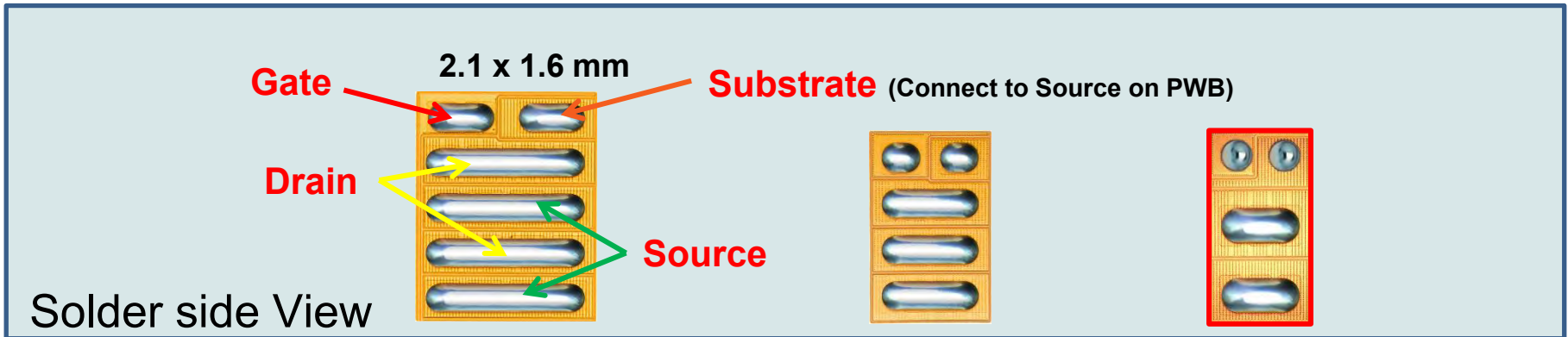




低压eGaN FET适用于无线电源应用



- 在多种无线电源放大器已被证实适用
- 低 C_{ISS}
- 低 C_{OSS}
- 零 Q_{RR}



Part Number	Package (mm)	V_{DS} (V)	V_{GS} (V)	$R_{DS(on)}$ @5V (m Ω)	Q_G @5 V Typ. (nC)	Q_{GS} Typ. (nC)	Q_{GD} Typ. (nC)	R_G Typ. (Ω)	V_{th} Typ. (V)	Q_{RR} (nC)	I_D (A)	T_J Max. ($^{\circ}C$)
EPC2014C	LGA 1.7x1.1	40	6	16	2	0.7	0.3	0.6	1.4	0	10	150
EPC2016C	LGA 2.1x1.6	100	6	16	3.4	1.1	0.55	0.6	1.4	0	18	150
EPC2007C	LGA 1.7x1.1	100	6	30	1.6	0.6	0.3	0.6	1.4	0	6	150
EPC2012C	LGA 1.7x0.9	200	6	100	1	0.3	0.2	0.6	1.4	0	5	150



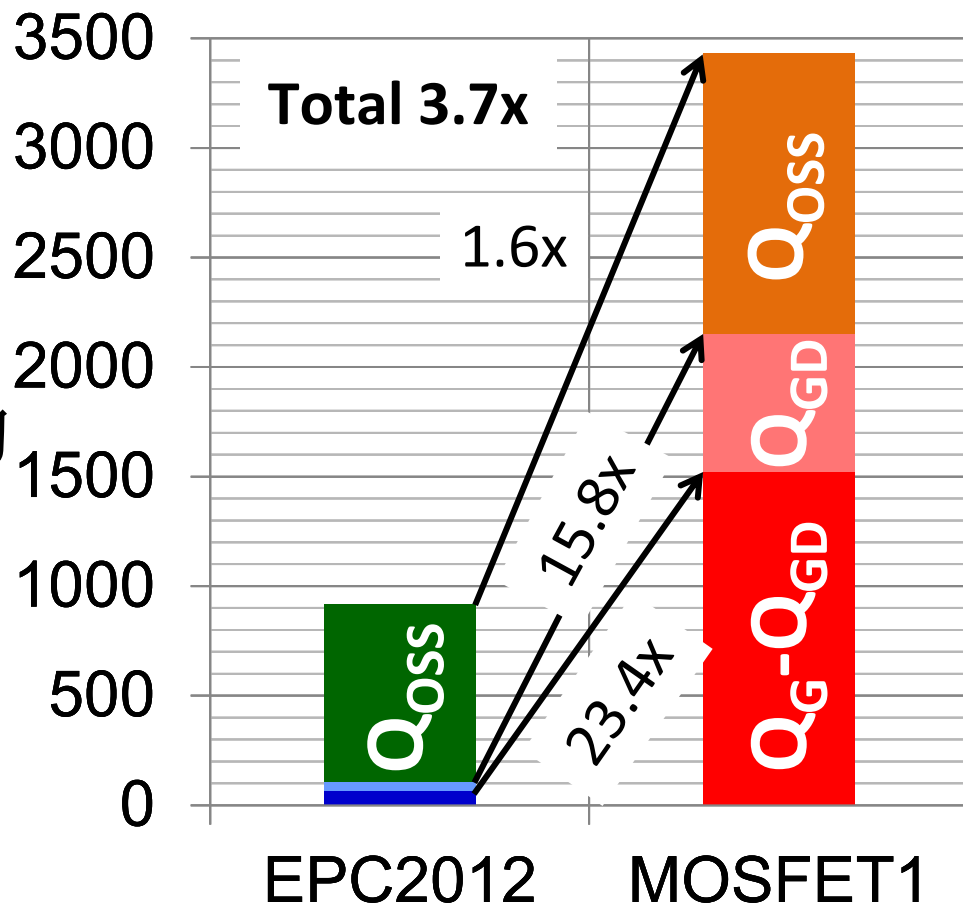
无线电源传送的品质因数 (FOM)



与最优越的MOSFET比较

- ZVS: $Q_G - Q_{GD}$, Partial ZVS模式除外 ($R_{load} > R_{design}$)
- C_{OSS} 在匹配网络被吸收 (absorbed), 仍然重要的是:
 - 驱除谐振损耗
 - 决定 design ability
- 忽略了 Q_{RR} - 不充分的定义、ZVS及器件在二极管导通后开启。

FoM_{WPT} [nC·mΩ]



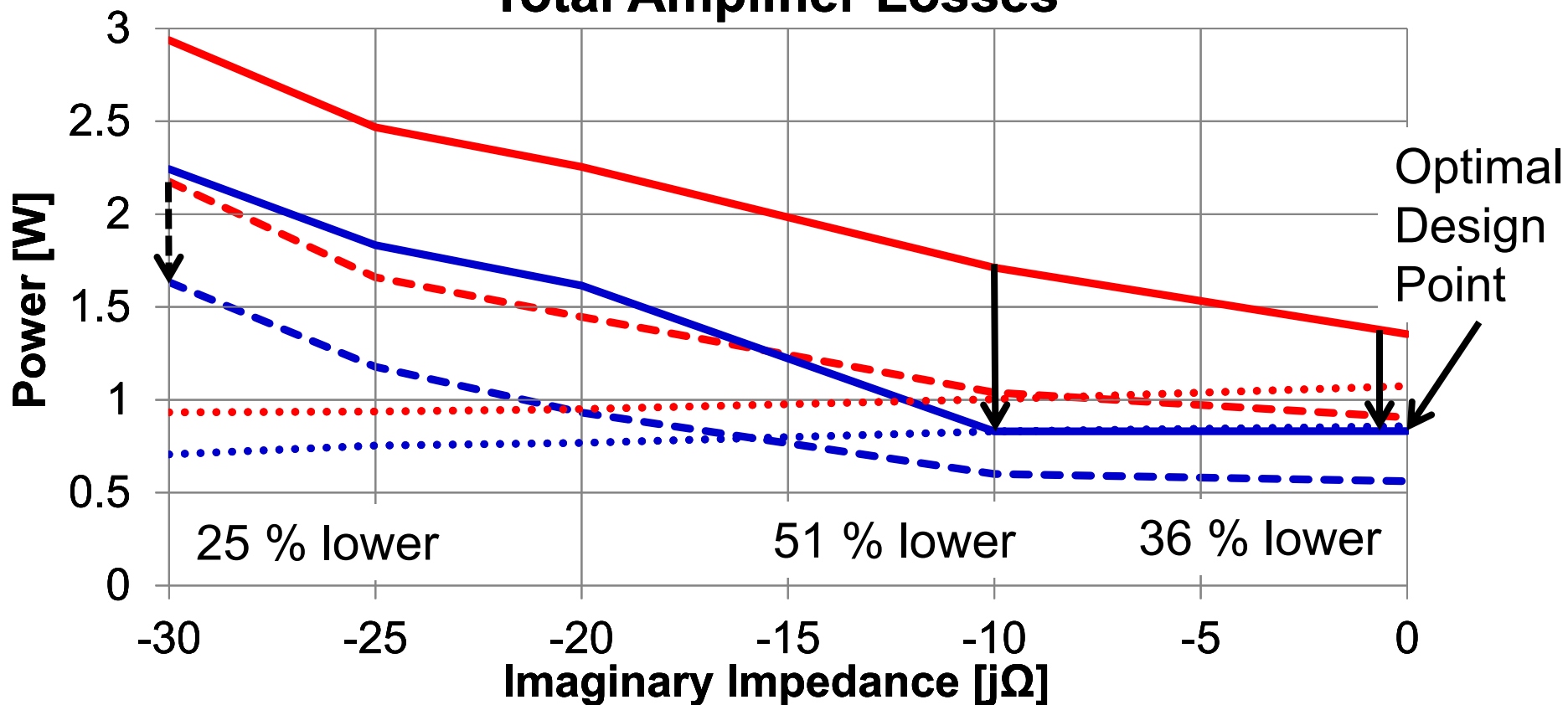
$$FOM_{WPT} = R_{DS(on)} \cdot (Q_G - Q_{GD} + Q_{OSS})$$



负载变化 ($j\Omega$) 结果



Total Amplifier Losses



..... EPC2012 10 Ω 7 W

..... MOSFET 10 Ω 7 W

--- EPC2012 36 Ω 16 W

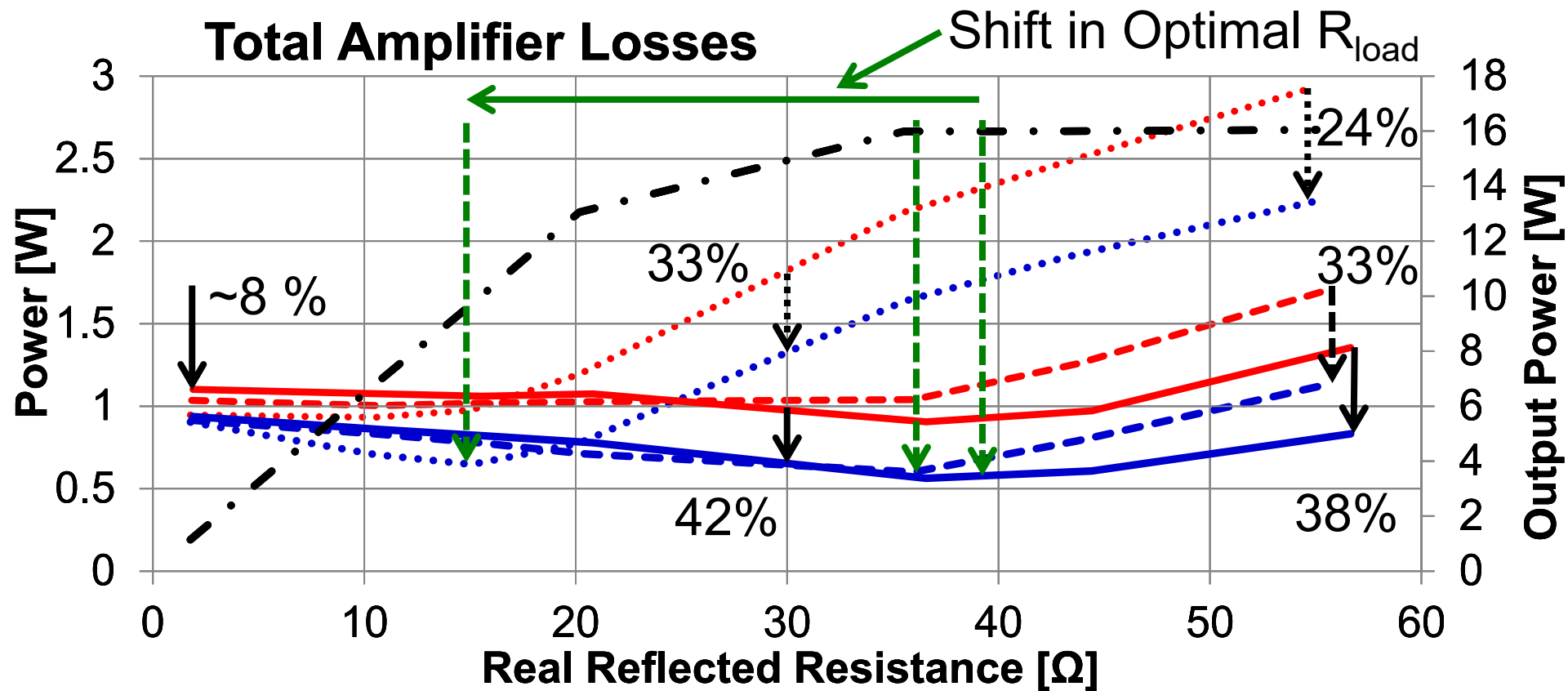
--- MOSFET 36 Ω 16 W

— EPC2012 55 Ω 16 W

— MOSFET 55 Ω 16 W



负载变化 (Ω) 结果



..... EPC2012 -30j Ω

..... MOSFET -30j Ω

---- EPC2012 -20j Ω

---- MOSFET -20j Ω

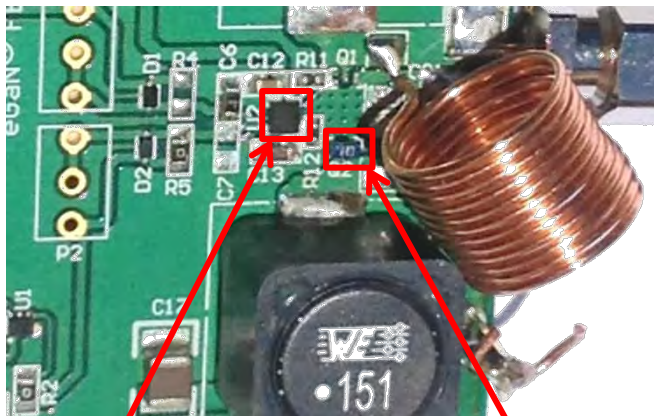
— EPC2012 0j Ω

— MOSFET 0j Ω

- . - P_{out}



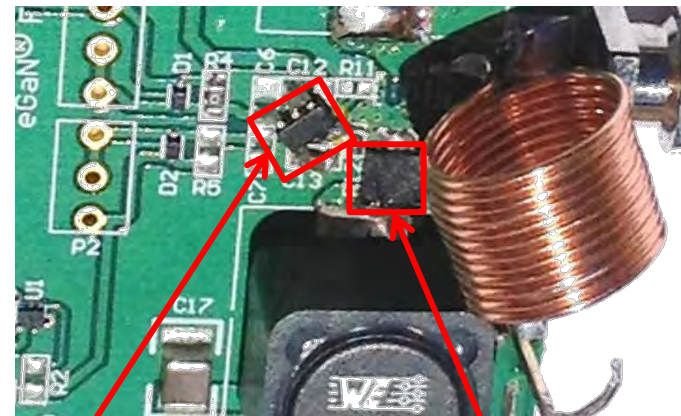
比较器件的散热性能



LM5113

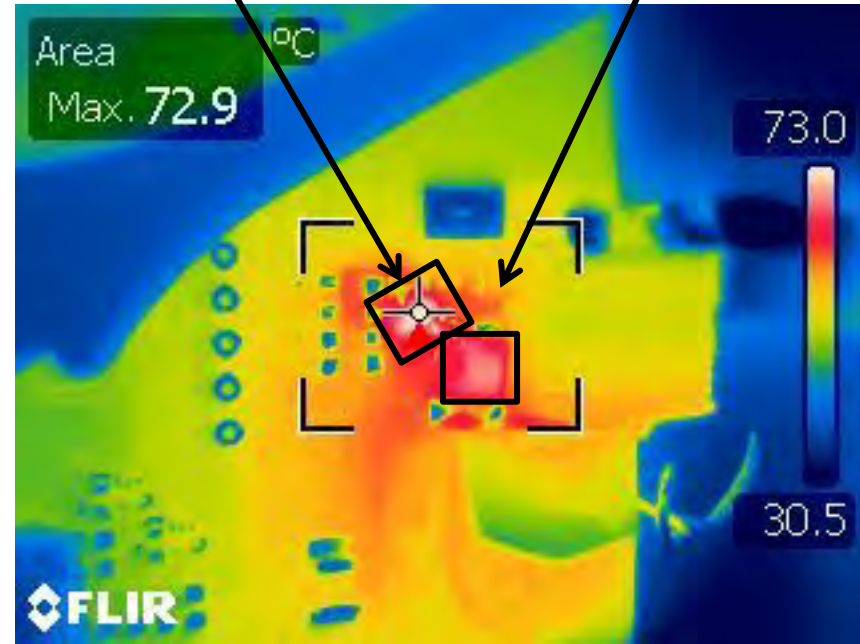
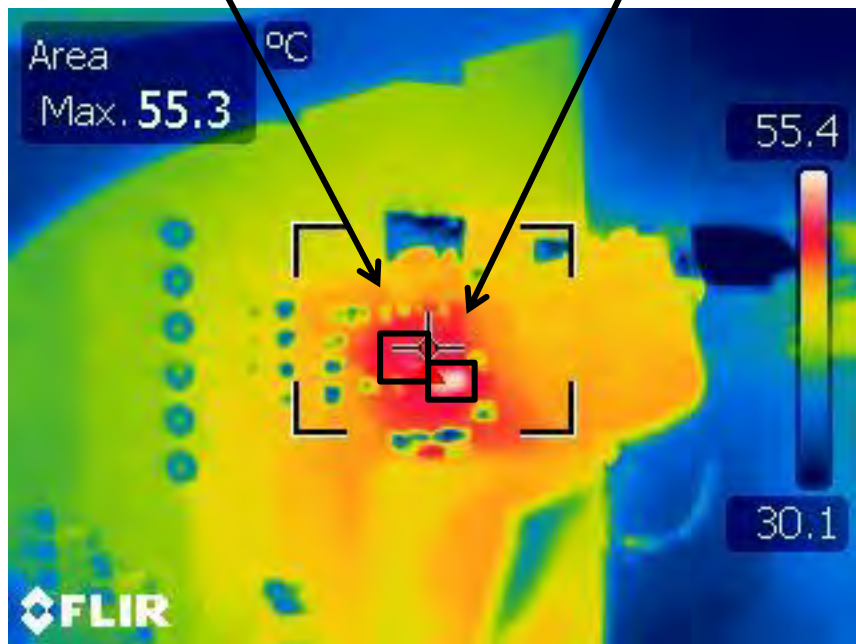
eGaN FET

$\Delta T = 17.6^{\circ}\text{C}$

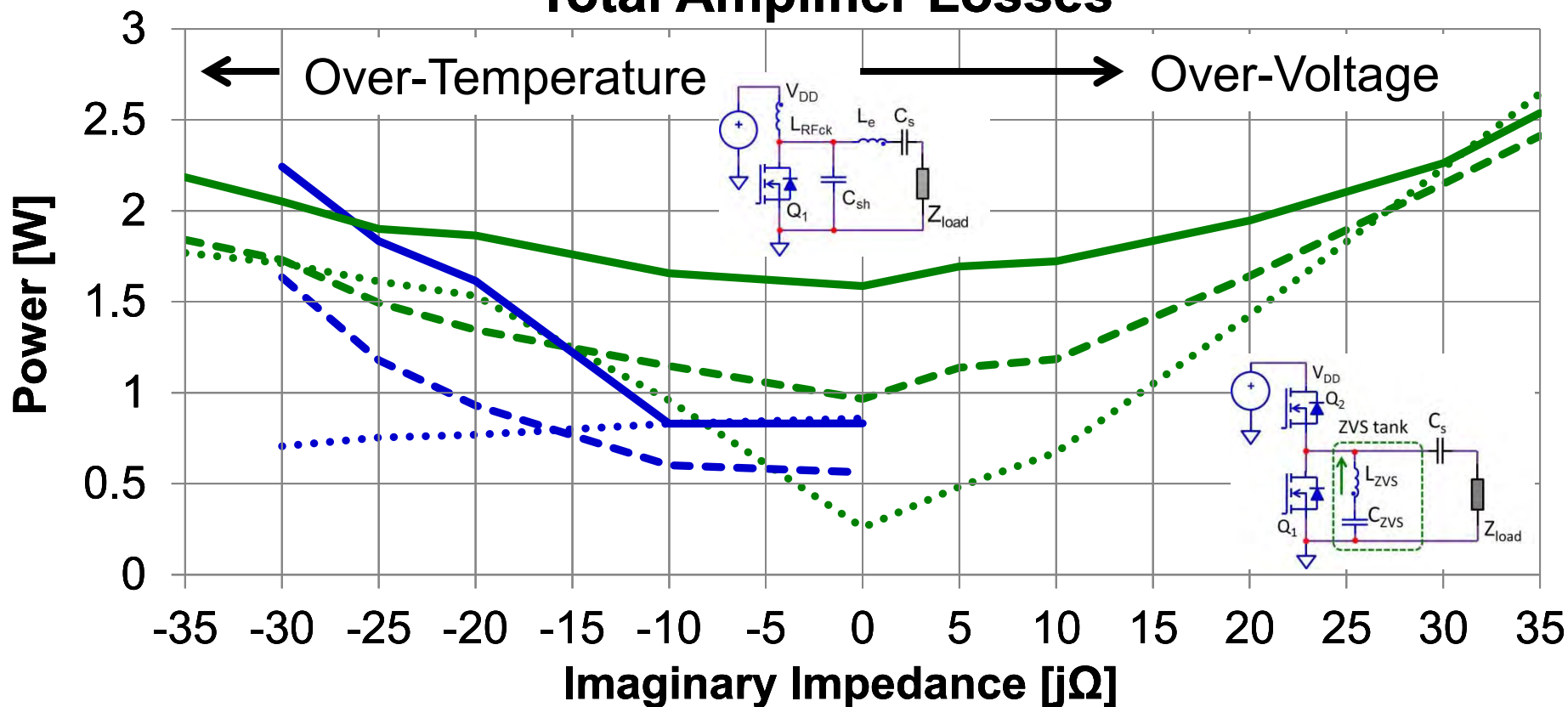


UCC27511

MOSFET1



Total Amplifier Losses



- EPC2012 10 Ω 7 W
- EPC2012 36 Ω 16 W
- EPC2012 55 Ω 16 W

- EPC8010 10 Ω 7 W
- EPC8010 36 Ω 16 W
- EPC8010 55 Ω 16 W



总结



在测试采用eGaN FET的E类放大器是否符合A4WP第三级规范的结果表明：

- eGaN FET通常比最优越的MOSFET取得更高效率
- eGaN FET比最优越的MOSFET可以在更低的温度下工作
- eGaN FET具备更低的 C_{ISS} 可减少栅极驱动器的功率损耗
- 采用eGaN FET可以降低所需的电路板空间达50%
- 采用ZVS D类放大器可以取得更高性能

关于以上提及和更多的无线电源传送应用的资料可在《无线电源手册》找到，网址是 www.epc-co.com.cn。



EPC

EFFICIENT POWER CONVERSION

Where is GaN going...

