



ESE[®]
EFFICIENCY
SAVING
ENVIRONMENT



ant
EFFICIENCY
SAVING
ENVIRONMENT



物联网产业 4.0 准备就绪
意大利制造



技术报告

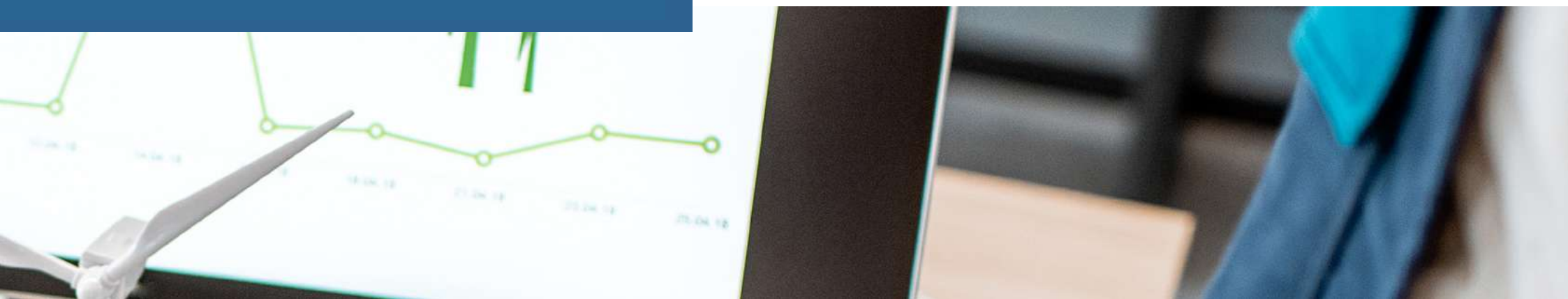


能源效率部



» 摘要 /

1. 目前的供应情况	4	3. 现有技术	18
1.1 向数字化时代过渡	4	3.1 电压优化	18
1.2 分布式发电	5	3.2 相位调整	18
1.3 过电压或欠压	6	3.3 谐波滤波	19
1.4 谐波失真	7	3.4 EMI 滤波器	20
1.5 相位平衡	9	3.5 消费者概况	20
1.6 相位偏移	10	4. ANT	21
2. 负载响应	11	4.1 初步考虑因素	21
2.1 前言	11	4.2 当前项目	22
2.2 欧姆负载上的静态过电压	12	4.3 项目和模拟数据	25
2.3 相位偏移	14		
2.4 谐波失真	16		



1.目前的供应情况

在过去几年中，我们目睹了全球电力分配和使用领域中2种非常重要的现象：

- 向数字化时代过渡
- 分布式发电

这2种现象对电力分配及其正确管理正在产生重大影响。让我们来详细分析一下。

1.1 向数字化时代过渡

仅仅十多年，由于数码技术的日益应用，所有的领域都掀起了一场真正的革命，旨在改善用于执行最重要技术功能的系统性能。计算机现在广泛应用于所有结构和所有领域，从家庭环境到最复杂的工业流程。现在，所有常用机器都由全数码计算机系统控制和管理。不仅如此，它们已经出现在我们的生活中，这些工具在几年前还是难以想象的（平板电脑、智能手机等等）。甚至照明等基本概念也越来越多地转向数码技术，尤其是由于led 的出现。在稍后的讨论中，我们将研究这种现象对能源问题和高效能源管理的影响。目前，我们注意到，数码技术的日益大规模发展导致我们的设备中连接到设备本身的非线性负载不断增加。



1.2 分布式发电

近年来，特别是在欧洲，但无论如何，在全世界范围内，发电方式正在发生深刻的变化。仅在二十年前，发电基本上是集中式的，特别是由于原子能的开发利用，这使得建立大型发电厂为日益庞大的能源密集型用户群提供服务成为可能。然而，在过去的几年里，我们也见证了电力生产方面的巨大革命，这主要归功于光伏发电，部分原因是由于强有力的激励政策，光伏发电越来越多地进入我们的生活，但也有其他技术，如风力发电、水力发电、热电联产等正在经历着更大的发展。这一现象将如何影响能源向终端用户的传输，不在本文讨论范围之内，但首先评估这两种方法的主要区别，肯定会很有意思。为了简化讨论，让我们用示意图来表示两种情况下的输电网络状况，以便定性评估这一变化对最终用户的影响：

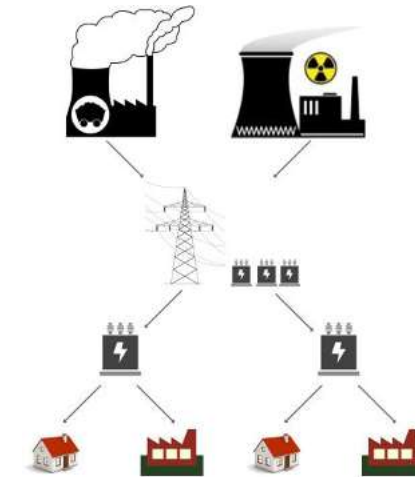


图 1: 集中发电的传输网络

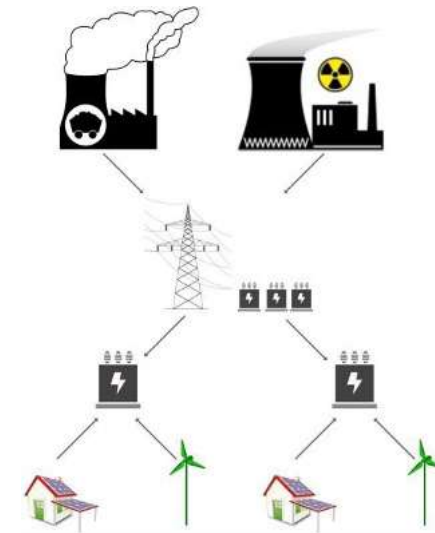


图 2: 分布式发电传输网络

从上面 2 张图中我们可以看出，我们可以发现的最重要的区别在于拓扑类型。特别是在分布式发电的情况下，注入电网的电力在到达最终用户之前总是经过中央分配系统，而在分布式发电的情况下，情况并非总是如此，实际上，电力可以直接从发电机交换到用户，而无需经过中央配电系统

这种现象对发电机供电的质量影响很大，由于没有配电装备的中间步骤，分布式发电机供电的效率低于集中式发电机供电的效率。近年来，在电气和电子技术领域，人们越来越多地听到电能质量这个词，它指的是从输电线传输到用户的电能质量。

1.3 过电压或欠压

过电压是指电网传输电力的电压高于标称电压的现象。该现象可以是暂时的或静态的。在第一种情况下，与标称值的偏差发生在几个瞬间或几个周期内，振幅从几伏到几百伏不等，通常是由电感负载的交换、负载下的变压器等引起的.....，当然，这类干扰也会造成能源效率低下，但与这类干扰相关的真正问题是有可能损坏与设备相连的装置。而在第二种情况下，当供应电压持续高于标称工作电压，在意大利，低压单相设备为 230V，低压三相设备为 400V时，可以认为干扰是静态的。即使在这种情况下，从长远来看，干扰也可能对连接到设备的装置造成损坏，不过这种现象应该与装备本身的设计有关，设备的输入电压容差应为 $\pm 10\%$ ，但在许多情况下，真正的问题在很多情况下与其后续的能源效率有关。特别是，对于大多数连接到网络的线性负载，电压增加会导致装置使用寿命缩短并增加能源消耗，在性能上没有可观的改进。

1.4 谐波失真

电网的功率传输应通过频率为 50 Hz（在意大利）、标称电压为 230V 的正弦波进行，此外，这个波在闭合到线性阻抗上时，应该在电路中产生一种同样是正弦类型的电流，频率为50Hz，其振幅取决于阻抗的阻性部分，并且可能会有一个相位差，取决于其阻抗的虚部。我们在提到电压输入和线路电流产生时都使用了“应该”术语，因为在第一种情况下，电压波在输入时不一定是完全正弦波，但即使是完全正弦波，所产生的电流波也不一定是完全正弦波。从数学角度来看，有关的波无论如何都是周期性类型，因此可以用傅里叶级数来展开，将其表示为频率、幅度和相位彼此不同的无限正弦分量的总和。从技术上讲，串联发展的单个组件被定义称为谐波；特别是基频的正弦波也是谐波。

考虑到任何由纯正弦波供电且仅在线性负载上闭合的电路，正如我们刚刚提到的，所产生的电流波在电源频率上将有唯一分量，并且在基波频率之外没有谐波分量，而在至少有一个负载为非线性负载的情况下，可能会产生基波频率之外的电流谐波、暂且忽略间谐波现象，对于电力负载而言，所产生的电流谐波分量通常是基波频率的倍频分量，因此产生的谐波可根据相关频率的倍数进行数码排序，例如第二次谐波是基波频率两倍的谐波。此外，对于大多数与网络连接的非线性负载（如开关电源）而言，振幅最大的谐波是那些奇数阶的谐波，如第三次、第五次、第七次等。此外，在实际情况中，谐波通常在序数较低时振幅较大，因此是递减的，即通常，第三次谐波的振幅大于第五次谐波，第五次谐波的振幅大于第七次谐波，依此类推。当然，即使在这种情况下，也必须对个别情况进行分析，因为连接到相关网

络的不同非线性负载可能会产生不同的谐波贡献，因此这些贡献的总和也可能不同。

参考产生的电流波可以定义
总谐波失真如下：

$$THD_i = \frac{I_t - I_f}{I_f} = \frac{\sum_2^{\infty} I_n - I_f}{I_f}$$

其中：

I_t 是总电流

I_f 是基频时的电流

电压波也是如此：

$$THD_v = \frac{V_t - V_f}{V_f} = \frac{\sum_2^{\infty} V_n - V_f}{V_f}$$

更广泛地说，关于传输的功率：

$$THD_p = \frac{P_t - P_f}{P_f}$$

正如其名称所示，该指数为我们提供了波形整体失真的信息。当然，数值越大于 0，波形就越偏离理想状态。谐波失真本身也会给设备带来能源问题。事实上，可以证明电流失真也会对为负载供电的电压波形产生影响，因此，这种现象也会对连接到系统的线性负载产生影响，此外，由于线路阻抗和发电机内部阻抗的功率损耗增加，也会在系统中产生其他损耗。

一般来说，线性负载的通波带几乎是无限的，例如，白炽灯泡将几乎无限范围内提供的所有电能转化为热能，这就意味着，如果我以 400 Hz 的频率为灯泡提供 5V 电压，灯泡中的灯丝就会发热，并通过焦耳效应产生热

量。

问题在于所讨论的转换不会产生可见光波段的光发射，因此这种变压器不会产生可见光波段的光辐射，或者说，它只会产生极少量的可见光波段的光辐射，或许还会产生其他肉眼不可见的光波段的光辐射，如紫外线或红外线，这是因为灯丝设计为在电源频率下工作。

这有 3 个非常重要的含义：

- 超出标称参数运行会导致装备过早损坏。
- 输出的光能中有不需要的成分，因此可以说，多余的能量并没有用来完成装备设计的工作，但基本上只是一种干扰。
- 可见光以外的辐射会对暴露的人体造成危害。

如果考虑到其他类型的负载，如电动机、泵或其他东西，后果可能会更加严重。

总的结果是，这些失真会将功率转移给使用它的负载，一部分用于执行其设计的工作，另一部分用于产生增加负载损坏可能性的低效率。因此，除了能源使用量增加造成经济损失外，装备本身的使用寿命缩短也会造成损失。

1.5 相位平衡

在三相系统中，对供电质量产生负面影响的另一个因素是相位之间不平衡，即各相供电波形之间的差异，这些差异一般可归因于基频电压或谐波类型。当单相负载和三相负载混合使用在同一线路上时，通常会出现这种干扰。同样，这种现象既会对所连接的三相负载产生能量影响，也会对效率和装置寿命产生影响。从该领域的文献中，我们了解到大部分低效率是如何在连接到系统的三相电机上产生的。

1.6 相位偏移

连接到电网的负载中出现的另一个重要干扰是电压波形和产生的电流波形之间的相位偏移。一般来说，电压和电流之间的相位偏移本身不会对负载产生能量问题，或者至少不会对负载吸收的有功能量产生问题，当然，相位偏移的存在会在电力传输阶段产生低效率和更大的功率消耗。一般来说，即使不是完全欧姆的线性负载，也会产生相对于电源电压的电流相位差，这种相位差或提前或延迟，取决于有关负载是欧姆电容性负载还是欧姆电感性负载。这产生了所谓的无功功率传输，特别是无功功率是指不被负载用于执行工作，而仅仅用于支持磁场的功率。问题在于，无功功率是通过感应电流传输的，这会增加与电网连接的电缆的负荷，此外，电路中更大的电流循环会对电路本身的串联阻抗产生更大的损耗，特别是对发电机的内部阻抗和线路阻抗，从而对系统本身产生欧姆损耗（即有功功率）。

在这种情况下，有2个因素对设备的能量和经济平衡非常重要：

- 在某些情况下，使用无功电能会给用户带来费用，即账单上的罚款。
- 循环的无功电流会在线路上产生有功能量散耗。

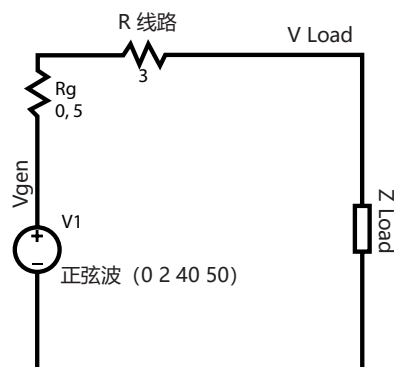
不仅如此，还可以简单地显示，这一因素也会对负载的供电的电压产生影响，因为在输入相同总功率的情况下，线路上的电压降会降低负载本身的有效电压，换句话说，功率传输的效率会变得非常低。

在提到电网时，人们通常会提到功率因数，指的是总传输功率（视在功率）与有功功率之间的比率，而这一因素通常与所谓的成本相混淆。特别是，后一种说法只有在只考虑线性负载的情况下才是正确的，因此对于线性负载网络而言，成本对应功率因数。然而，一般来说，功率因数也会考虑总谐波失真。

2. 负载响应

2.1 前言

在本节中，我们将通过一些模拟来分析负载在上述干扰情况下的表现。为简单起见，让我们以合同功率为 3 kW 的家用电路为例，其示意图如下：将使用一个集中参数模型进行模拟。



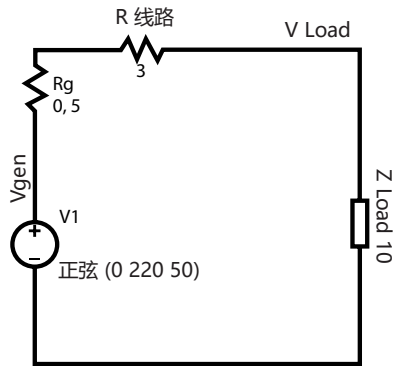
特别是：

- R_g 是发电机的“内部”电阻
- $R_{线路}$ 是网络的线路电阻，主要是由于存在用于配电的电力电缆。为简单起见，阻抗本身的电容和电感效应将忽略不计；设定的 3 欧姆电阻值相当于平均截面为 2 平方毫米的约 350 米电缆。
- Z_{Load} 是负载阻抗，示意为从发电机看到的等效阻抗。所考虑的电路可分为两部分，一部分是电源部分，另一部分是负载部分。

为了评估电路本身的能量平衡，我们将不时考虑一系列有用的因素，但一般情况下，我们将重点关注发电机输出的有功功率和负载吸收的有功功率，以这样的方式能够评估各种情况下的功率传输效率。

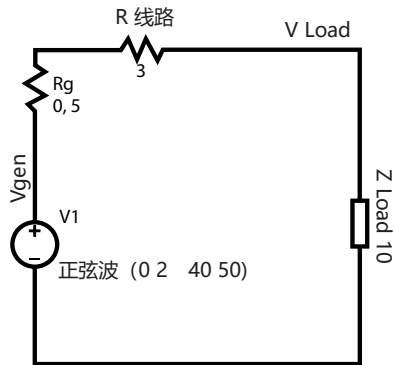
2.2 欧姆负载上的静态过电压

首先，让我们以纯欧姆负载为例，并且我们分析高于最佳电压的电源对系统的影响，我们假定最佳电压为220V：



发电机输出的有功功率：1785 W

负载吸收的有功功率：1322 W



发电机输出的有功功率：2124 W

负载吸收的有功功率：1573 W

总结一下：

欧姆负载 - 静态电压变化效应		
	最佳电源电压	高电源电压
电源电压：	220V	240V
线路电流：	16.28A	17.73A
功率因数：	≈ 1	≈ 1
总谐波失真：	0%	0%
负载的电阻阻抗：	10欧姆	10欧姆
发电机输出功率：	1785W	2124W
负载耗散的功率：	1322W	1573W

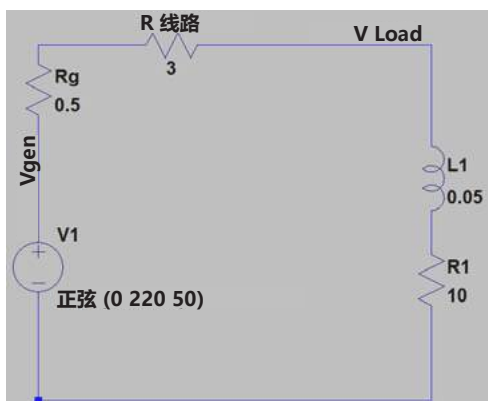
考虑因素

首先要考虑的是，在这种情况下，如果采用最佳供电方式，发电机的总功率将减少约16%。当然，由于电路的线性，分配到负载上的功率也会降低 16%，但正如我们在处理高电压对负载的影响时有机会进行评估一样，这并不总是意味着相关负载效率的提高，例如，如果负载是一个或多个并联的白炽灯、当然，在基频上给它们供给更高的电压会导致可见光波段的发光能量增加，但同时也会导致装备的其他发射波段的能量增加，因此可见光波段的总发光功率不会增加16%，而是增加了一个较低的百分比。此外，超出相关仪器的最佳电压范围意味着其使用寿命缩短的幅度远不止 16%，Omran 针对白炽灯的研究表明，以 240V 电压为灯泡供电比以其标称工作电压供电的使用寿命缩短 55%。

另一个需要考虑的因素是通过电网的欧姆能量损耗，在使用最佳电源的情况下，我们损耗为 $(1785 - 1322) W = 463W$ ，而在使用较高电压电源的情况下，损耗为 $(2124 - 1173)W = 551W$ ，还是在这种情况下，从相对角度来看，损耗的百分比是相同的，但从绝对值来看，供电电压较高的情况下，功率损耗更大，因为我们在线路上多耗散了约 100 W，这意味着在电表上耗散的能量更多，电缆发热更多，效率更低。

2.3 相位偏移

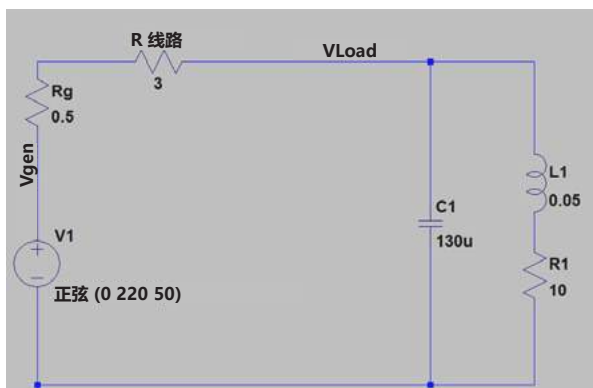
现在让我们考虑一下电路中是否存在欧姆电感负载：



发电机输出功率：632 W

负载吸收的功率：561 W

我们在负载上并联引入一个电容阻抗，以便从同一电路
中获得从发电机看到的等效欧姆阻抗：



发电机输出功率：758 W

负载吸收的功率：573 W

总结一下：

欧姆负载 - 静态电压变化效应		
	欧姆等效负载	等效负载 欧姆-电感
电源电压：	220V	220V
线路电流：	5.73A	8.03A
功率因数：	0.99	0.66
总谐波失真：	0%	0%
发电机输出功率：	758 W	632 W
负载耗散的功率：	561 W	573 W

考虑因素

就目前的情况而言，我们可以注意到2个重要的考虑因素：

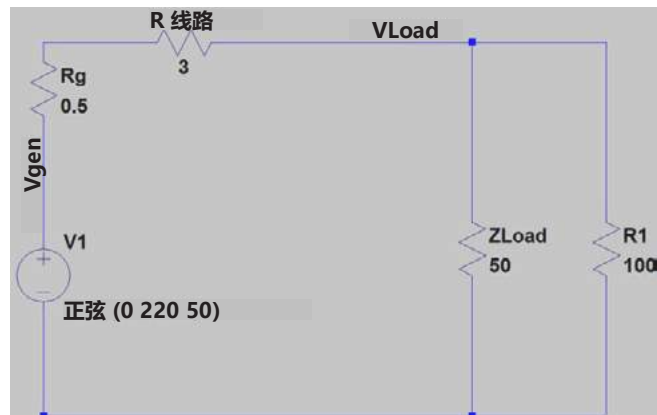
1. 在电感欧姆负载的情况下，发电机输出的功率比欧姆等效负载高出约 18%。
2. 负载实际使用的功率大约高出 3%。

第一种说法使我们能够指出，通过提高电路的功率因数，我们也大大节省了总用电量，因此，在这种情况下，能量平衡是正确的，而且我们还注意到，负载本身也从中受益，因为它在相同条件下使用的功率略高于前一种情况。

当然，这种条件通过220V 电源电压进行验证，而在更高电压下，问题就更加复杂了，由于感性负载的插入会产生相位偏移，并由于线路阻抗的影响而导致负载上的电压下降，因此，通过对系统进行相位调整，从能量的角度来看，情况自然会得到改善，使用我们刚刚分析的相同方法，但实际上我们发现自己处于负载稳态过电压的先前状态，因此，在任何情况下都必须重新调节负载上的耗散，以使其在最佳工作条件下工作，最后一个因素可以产生更大的节省，因此是一个值得期待的因素，我们将在下面讨论。

2.4 谐波失真

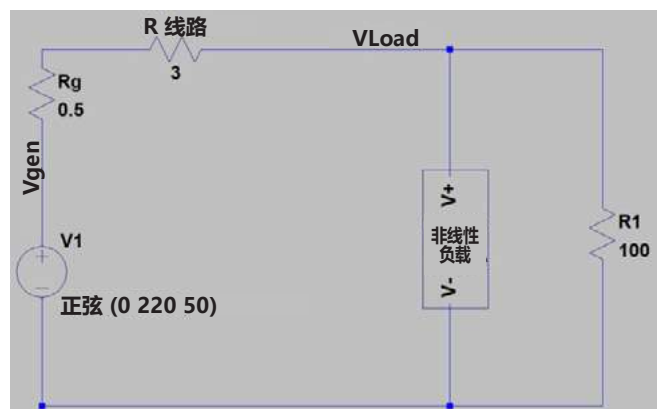
现在，让我们考虑一下电路中线性和非线性负载的混合存在：



发电机输出功率：654 W

负载吸收的功率：592 W

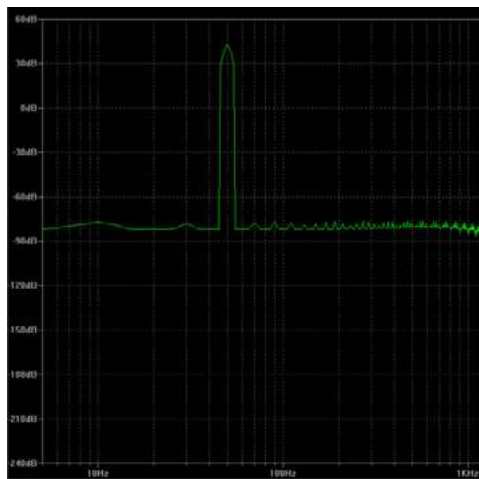
我们用功率相同但非线性的负载代替 50 欧姆负载：



发电机输出功率：656 W

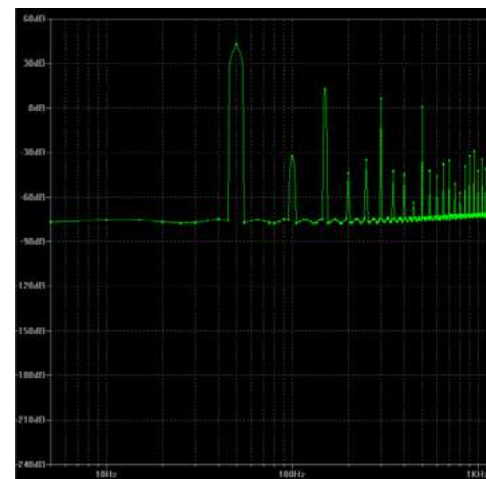
负载吸收的功率：586 W

让我们详细了解一下这种情况，考虑负载上电压在 0 - 1kHz 波带的傅里叶转换。



线性完全地电路。

总谐波失真：0.000473%



带非线性负载电路

总谐波失真：3.550619%

总结一下:

电感欧姆负载 - 谐波效应		
	欧姆等效负载	等效负载 欧姆-电感
电源电压:	220V	220V
线路电流:	4.21A	4.46A
功率因数:	≈ 1	0.95
总谐波失真:	$\approx 0\%$	3.55%
发电机输出功率:	654 W	656 W
负载耗散的功率:	592 W	586 W

考虑因素

对于这种情况，我们可以注意到3个方面的考虑因素：

- 在非线性电路情况下，发电机的功率输出比欧姆等效电路高出约 0.4%。
- 传输到负载的总功率高出约 1%。
- 在频率为 50 Hz 时，传输到负载的功率少 3.5%，这个百分比是波带外传输。

在这种情况下，非线性负载产生波带外谐波含量高的电流循环；该电流本身不会对其他负载造成问题，因为它只在发电机和相关负载之间环流。问题是线路阻抗上的电压变化也具有高谐波含量，因此负载的总电源电压受到谐波失真的影响，如上所述，谐波失真取决于失真负载的功率和阻抗线路，自然地，这些变形被欧姆负载吸收并转化为热量，从效率的角度来看可能没有任何优势，实际上有时在装置的寿命方面具有

显著的缺点。因此，我们可以说，虽然从能量平衡的角度看，首先似乎没有大的变化（1%），但从负载效率的角度看，却有更大的变化（3-4%），因此，如果考虑到有用的工作功率（50 Hz时传输功率），负载吸收的总功率实际上要低 5%。

3 现有技术

3.1 电压优化

电压优化是一种节能技术，通过在供电线路上串联安装变压器来降低或增加负载的可用电压。

优化可以静态或动态方式进行，具体取决于电压是以固定方式降低一定百分比还是在电路正常操作期间动态变化。

通常情况下会节省能源，正如我们在之前的模拟中有机会欣赏到的那样，如果主要是欧姆负载，存在静态过压问题，或者线性，在特定的非线性负载（例如开关电源）的情况下，电压的降低甚至会导致消耗量的增加，事实上，这些负载以恒定功率工作，也就是说，即使电压变化，它们也总是吸收同量的功率，因此电压的降低会导致节点电流的增加，进而导致线路电流的增加，这种电流自然会增加传输电缆上的损耗。

3.2 相位调整

相位调整是指用于提高（或通常所说的改善）给定负载的功率因数（ $\cos \varphi$ ）的任何措施，目的是在吸收相同有功功率的情况下降低设备中的环流值。相位调整的目的首先是减少能源损耗，并根据工业用地现有机器和线路的比例减少视在功率吸收。由于配电公司通过 CIP 电价措施（第 12/1984 号和第 26/1989 号）规定了合同条款，要求用户在支付违约金的情况下对自己的设备进行相位调整，因此，设备的相位调整变得越来越重要。在具有特定用户的电路中，例如白炽灯、热水器、某些类型的烤箱，吸收的视在功率都是有功功率。在用户内部有线圈的电路中，如电机、电焊机、荧光灯的电源、变压器，吸收的视在功率有一部分用于激发磁性电路，因此不作为有功功率使用，而是作为一般称为无功功率的功率使用。从整体能量平衡的角度来看，相位调整功能会减少电路吸收的无功能量，但并不会直接减少使用的有功能量，也就是说，有功能量的减少通常是由于导体本身的串联阻抗因整体电流降低而使导体上的损耗减少，但实际上并没有真正节省所有的有功能量，因为导体上的损耗降低会导致负载上的压降降低，而在欧姆负载的情况下，这意味着更大的能量损耗。

但很明显，在这种情况下，多余的能量对负载是有利的，除非它发生在静态过电压的情况下。负载的相位调整可以是集中式、分布式或混合式，在第一种情况下，负载上游和发电机下游的整个系统被重新定相，因此在发电机的输出端，成本有所改善，但电路的每个环节并不一定都有改善；在第二种情况下，负载单独重新分段，其效果是发电机下游的整体成本有所改善；在第三种情况下，前两种混合解决方案。通常，负载的相位调

整是通过将无功功率发电机与负载本身并联，且与负载的无功功率反相，从而抵消输出的无功功率来实现的。在正弦波电路中，最简单的无功功率发电机是电容器，因此要在负载上并联一个或多个电容器，以获得成本改善。不过，还有其他技术，如静态补偿器或有源滤波器。

3.3 谐波滤波

电力系统中的谐波滤波通常是通过在电路中插入装置来减少电流中的总谐波失真，从而改善电压的失真效果。适用于这一目的的过滤器主要有2大类：

- 无源滤波器
- 有源滤波器

在第一种情况下，调谐滤波器和电感滤波器之间还有进一步的区分。调谐滤波器是调谐到特定频率的特殊 rlc 滤波器，通常与地相连。在某些情况下，还可以使用带通或高通滤波器，以便为这些频率的干扰创建一个低阻抗的接地通路，并消除干扰的根源。另一方面，线路电感的原理与 LR 低通滤波器相同，事实上，线路电感与下游欧姆电路构成一个低通滤波器，不会让频率远离 50 Hz 的功率通过。这种解决方案自然可以通过降低总谐波失真系数来改善负载情况，但从能量平衡的角度来看情况保持不变，事实上，干扰在穿过电表后会传导到地面，因此传导到地面的能量仍会计算在内。从负载的角度来看，有源滤波器是并联的电流发生器，它们注入与失真负载电流相同但相反的电流，以抵消由负载产生的

谐波电流。

它们通过调节线路电压工作，对电网状况进行分析，并注入补偿电流，当然，为了正确地注入这些电流，它们需要非常高的开关频率，即最大补偿谐波频率的两倍以上，因此它们需要特别高效和快速的内部器件，IGBT 通常用于能够在所需的开关频率下工作。这自然使得这类装置特别昂贵。此外，从能量平衡的角度来看，情况与无源滤波器类似，根据滤波器的效率，需要吸收等量的电能来补偿干扰。有趣的是，有源滤波器还能改善设备的成本，因为它们还能起到无功能力的发电机的作用。此外，另一个非常有意思的方面是，不同容量的滤波器可以并联插入，并且不会引起电路干扰或谐振风险。

3.4 EMI 滤波器

EMI 滤波器是用于大多数电子装备中的无源滤波器，以使这些设备符合电磁兼容性法规，特别是有关传导发射的法规。从本质上讲，EMI 滤波器是一种低通滤波器，它连接在设备和电源之间的最后一级，以减弱任何电子装置都可能发出的噪声成分。显然，滤波器在电源频率（50-60 Hz）下必须是透明的，以便装置正常工作，同时必须在标准规定的频率范围（150kHz-30MHz）内工作。

3.5 消费者概况

市场上有一系列装置可以对用户的用电情况进行分析，即了解用户在某个有关的时间段内如何用电。当然，这些系统本身不会对用户的功耗产生任何改善，但它们有2个重要的含义可以优化耗电：

- 用户对消耗意识可能带来更多的关注和节省开支。
- 实施分析相关数据并重新处理数据的专家系统可以实现更高效的能源管理并节省大量成本，并在不改变消费习惯的情况下节省大量能源。

4.ANT

4.1 初步考虑因素

在讨论该项目的优点之前，最好对我们在前几章中解决的问题以及当前市场上的解决方案进行一些澄清。

我们随后研究了电压的优化系统，市场上有各种类型，即使实际上它们是简单地降低电源电压的装置，有些是静态的，有些是动态的，尤其在后者之间包括电压稳定器。显然，在这种情况下，电压优化系统可能对节省电能有所帮助，但是我们必须非常注意其运行情况。静态地降低电压肯定不是一个有效的解决方案，因为电压的升高或降低通常取决于负载条件。当然，在这种情况下还必须注意供电线路的状况，因为这可能会造成运行问题或损坏负载本身。实际上过电压或静态欠电压对设备的影响可能是正的，也可能是负的，这取决于我们处理的是可变功率负载还是恒功率负载（供电-非线性），为此不可能提前预测正确的操作模式。

然后，我们研究了相位调整和滤波系统，在这种情况下，从设备的能源和安全角度也需要做出许多澄清。特别是，假设我们面对的是一个主要是欧姆-感性负载并存在静态过电压的情况，在这种情况下，根据负载的功率因数，发电机和负载之间会产生一定值的电压降，该电压降可能会使负载达到标称电压值，引入相位调整和滤波系统的好处是可以提高功率因数，从而降低电路串联支路中的环流，进而提高负载的有效电压。最后一个方面通常会转化为更大的有功能量浪费，具体取决于线路阻抗和负载阻抗之间的比率。同样的情况适用，正如我们从模拟中所见，关于谐波对电流和电压的贡献，这一

情况被加剧和恶化，因为在谐波干扰存在的情况下，负载和整个设备的安全问题也会随之而来。

ANT 项目的诞生正是由于需要将考虑的各种技术的积极影响融合到一个产品中。该产品真正的新颖之处和最重要的附加值恰恰在于其动态负载管理方法，特别是该装置能够从供电和负载两方面对所连接的电网进行即时分析，无论是在供电还是负载方面，都能在任何工作配置下以最佳方式供电负载。该设备能够分析网络参数，无论电压还是电流频谱的精确度均为 0,1%，通过分析负载的排放水平，它能够了解电网的内部组成，并通过推理解释各个阻抗的起的作用，特别是负载阻抗与传输和天线的阻抗之间的差异，从而使装备能够优化向负载阻抗的功率传输，最大限度地减少传输和无源元件的损耗。

prevalentemente ohmico- induttivo ed in presenza di sovratensione stazionaria, in questo caso a seconda del fattore di potenza del carico ci sarà una caduta di tensione di un certo valore tra il generatore ed il carico stesso, tale caduta di tensione potrebbe portare il carico al valore di tensione nominale, l' introduzione di un sistema di rifasamento e filtraggio porta come beneficio un' aumento del fattore di potenza, quindi una circolazione di corrente inferiore nel ramo serie del circuito e pertanto un aumento della tensione utile al carico. Quest'ultimo aspetto, molto spesso si traduce in uno spreco di energia attiva maggiore a seconda del rapporto tra l'impedenza di linea e l'impedenza di carico. Stesso discorso vale, come abbiamo potuto vedere dalle simulazioni per quanto riguarda il contributo armonico alle correnti ed alle tensioni di linea, in questo caso accentuato ed aggra-

ANT 项目的创立是为了满足日益增长的需求，即优化任何发电机与其连接的负载网络之间的电力传输。在这个领域，优化指的是一系列措施，旨在改善设备输入的电能质量，并抵消由负载插入所带来的负面影响，正如我们从分析模拟中所见到的那样。

需要指出的是，就目前的系统构成而言，并不存在相同的替代解决方案，但有一些替代产品接近于建议的解决方案。

4.2 当前项目/装置描述

用于使用户电路的阻抗适应发电机阻抗的系统，以提高设备的效率、保护装置并节省能源。

一旦该装置与电网连接，能够分析所有电网运行参数，包括外部电能质量和内部干扰因素。它能够衰减干扰，并利用其能量优化电压和内部电流的流动。此外，它能够平衡相位和供电电压上的负载特性，因此也能够平衡3条电流和相位的3条电流。工作配置文件完全可配置和可远程管理，网络分析数据也是如此。

该产品包括称为 ANT 2.1 版的基本改进版、TG 改进版，包括上文所述的设备遥控功能，以及 TL改进版，包括上文所述的遥控读取功能。

该装置应连接到设备中，无论是家用还是商用，都应在电表的下游和主要配电线路的入口处。一旦连接到电路，能够计算由电表看到的电路阻抗，并优化该阻抗，并改善电表与系统之间的能量传输，从而有效减少设备因使用设备本身以外的因素而耗散的能量。此外，相对于输入线路，该装置还能起到电能质量优化器的作用。电能质量的特性是电网将电能有效地传输给用户并尽可能消除浪费。

远程管理

遥控装置包括所有基本功能，还可以完全远程管理所有已安装的装备。远程管理装置对于改进其运行参数非常重要，因为可以根据运行期间的标准运行情况远程重新配置每个单独的装置。此外，通过远程管理，可以随时从自己的办公室全面了解装置的运行状况，如果您在办公室进行干预，则可以通过断开设备本身与其所连接的系统的连接来绕过每个设备。此外，如果装置上发生任何异常，则有可能收到已发生异常类型的通知，如果有任何部件内部损坏，就可以提前知道需要更换哪个部件，从而提供更精确、更高效的服务，当然也可以直接联系客户，告知他们发生了故障并正在提供服务。

监测

当然，该产品还配有一个内部传感器网络，可验证所有单个内部组件的功能，以监控装置的所有运行参数，因此能够立即了解系统中是否存在任何异常或故障，并向服务部门指出所遇到的问题和可能采用的解决方案，以便及时解决问题。

软件

从架构角度来看远程管理的产品，它由一个中央专用服务器组成，该服务器与所有装置进行通信，从而使所有连接设备的情况和运行参数始终一目了然。此外，该公司方面还提供访问软件和随时核实所有装置的状态，还可以通过同一软件更改每个装置的配置，必要时断开其

与设备的连接，所有操作都简单快捷。此外，还可以向其他为单个区域提供服务的用户提供专用软件，以便他们有机会管理自己区域内的所有设备。当然，在每种情况下，公司和服务提供商都会收到有关装置可能出现故障的通知，可能还会收到需要处理的服务单。

远程读取

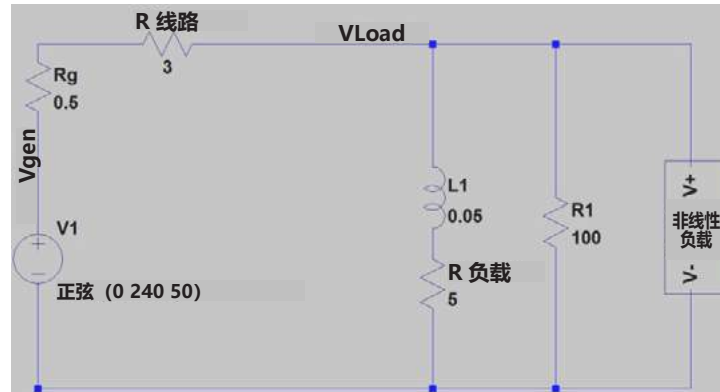
远程读取产品包括远程管理产品的所有功能，还可以提供所有用户消费相关数据，所有这些都集中在一个简单而实用的平台上完成。远程读取功能可供公司使用，另外公司可以自行决定将这些功能提供给服务网络，但最重要的是，这些功能可以提供给拥有装置的个人用户。用户可以通过公司网站、智能手机和平板电脑，使用简单直观的唯一界面方便地访问自己的消费者档案。

好消息是，由于该系统不仅可以监控电力消耗，还可以监控水和天然气的消耗，甚至可以管理物业中任何可再生能源系统的生产数据，如光伏发电、小型风力发电、太阳能热发电和其他设备。



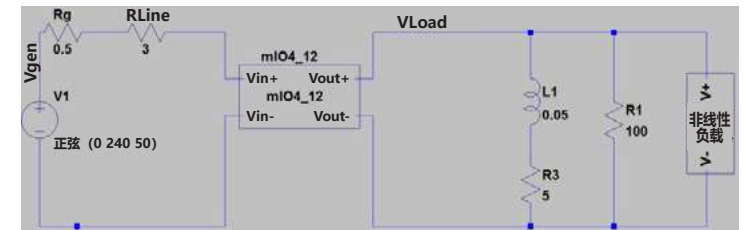
4.2 设计和模拟数据

现在让我们来看看该系统如何与电力设备互动，模拟一次实际情况，即存在静态过电压现象、相位偏移和非线性负载的情况。在这种情况下，从图中可以看出，我们没有考虑供电线路的非线性，即没有考虑来自外部的干扰，而只考虑内部线路产生的干扰：



发电机输出功率: 1094 W

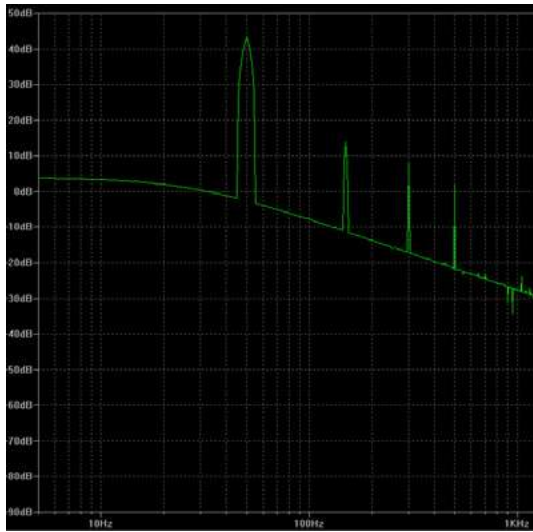
负载吸收的功率: 738 W



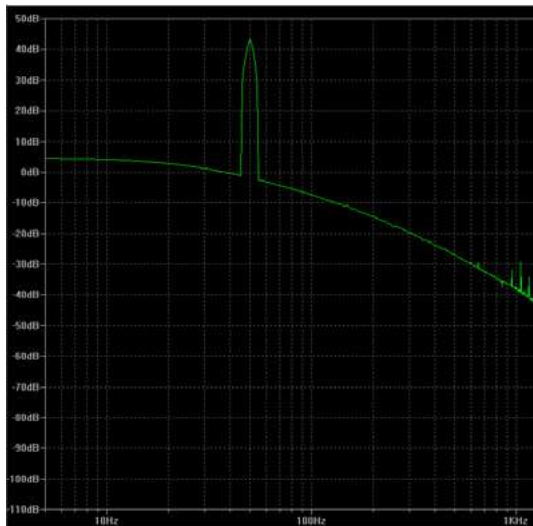
发电机输出功率: 843 W

负载吸收的功率: 756 W

负载电源电压 (VLoad) 的谐波分析:



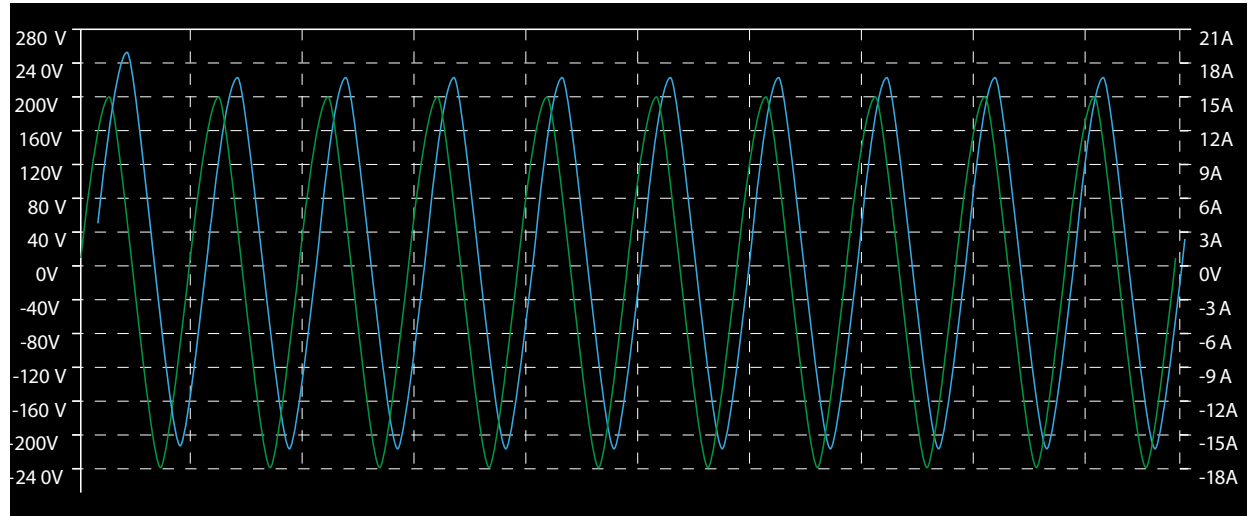
总谐波失真: 3.479955%



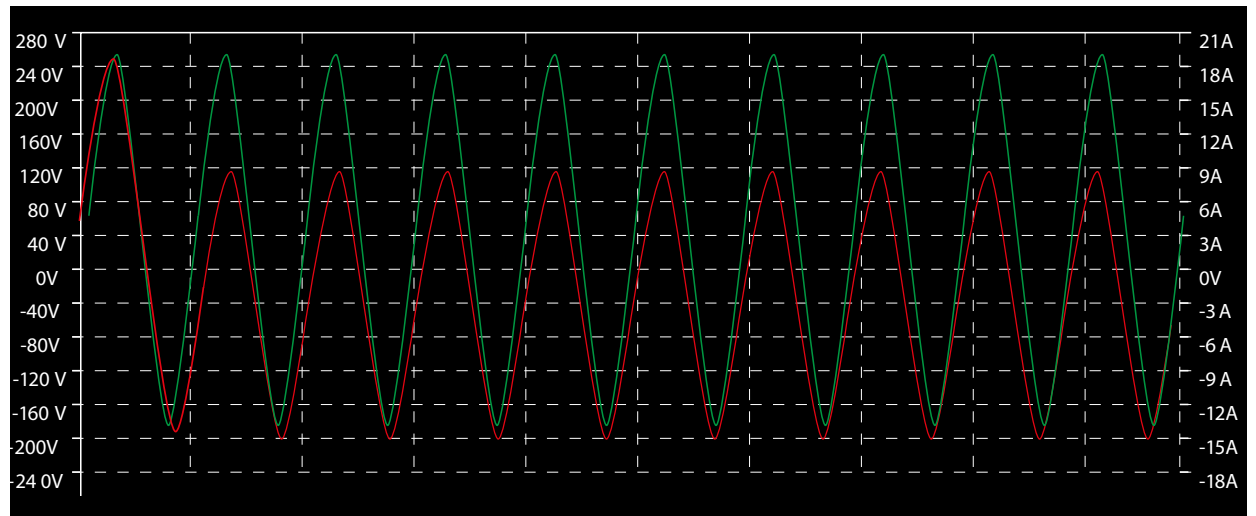
总谐波失真: 3.479955%

由此产生的波形:

无ANT:



带ANT



ANT 插入效应

	无ANT	带ANT
电源电压:	240V	240V
线路电流:	10A	5A
功率因数:	0.64	0.99
总谐波失真:	3.5%	0.01%
发电机输出的有功功率:	1094 W	843 W
负载上耗散的有功功率:	738 W	756 W

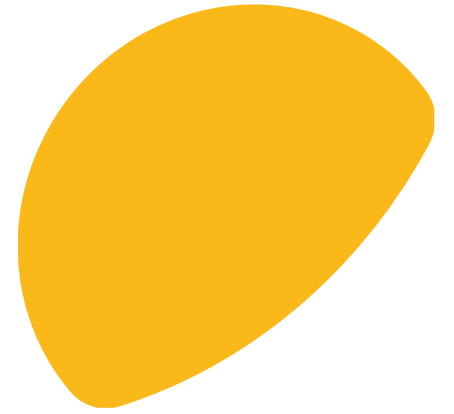
考虑因素

- 在没有系统插入的情况下，发电机分配的有功功率超过 18%；
- 系统启动后，负载效率约为 3%
- 当装备插入时，负载上电压的总谐波失真可以忽略不计，否则大约是3.5%。这样，系统（50 Hz）的负荷优化超过 3%。
- 电路的功率因数大幅提高，接近允许的最高效率。
- 系统插入后，循环电流减少约 50%，因此电缆损耗明显降低。

» 拼写为 ESE, 读作
EASY, 容易 如何节
约能源。



» 发现
ESE世界
和所有机会
为您的业务服务!





注册地址
Corso Giuseppe Garibaldi 86
20121 - 米兰 (MI) 意大利

行政总部
Via San Martino, 87
Parco dei Ciliegi
82016 Montesarchio (BN) 意
大利

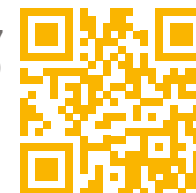
+39 02 87.368.229
+39 02 87.368.222

info@ese.energy

技术援助
service@ese.energy

税号和增值税号: 08999150967
经济行政管理目录: MI2061570

www.ese.energy  
关注我们



扫描 qr 码
和发现 **ESE.ENERGY**

商业伙伴



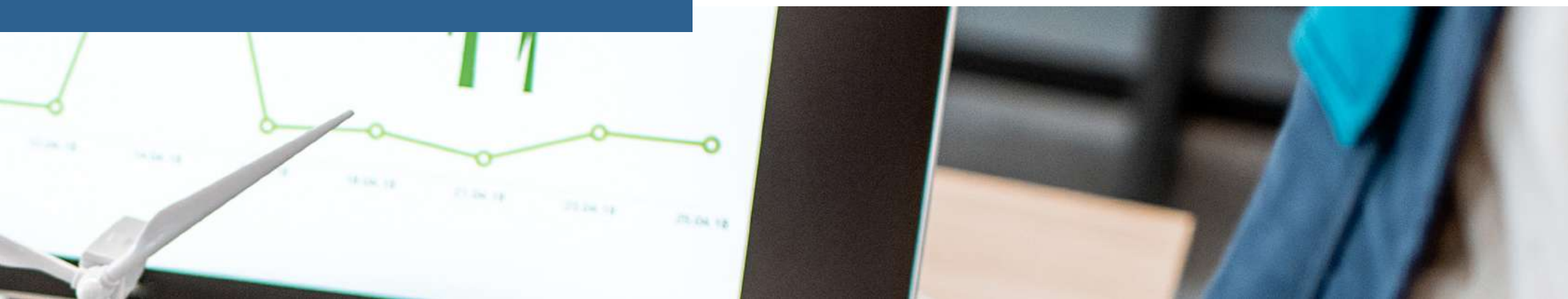
物联网 **产业 4.0** 准备就绪
意大利制造

技术报告



» 摘要 /

1. 目前的供应情况	4	3. 现有技术	18
1.1 向数字化时代过渡	4	3.1 电压优化	18
1.2 分布式发电	5	3.2 相位调整	18
1.3 过电压或欠压	6	3.3 谐波滤波	19
1.4 谐波失真	7	3.4 EMI 滤波器	20
1.5 相位平衡	9	3.5 消费者概况	20
1.6 相位偏移	10	4. ANT	21
2. 负载响应	11	4.1 初步考虑因素	21
2.1 前言	11	4.2 当前项目	22
2.2 欧姆负载上的静态过电压	12	4.3 项目和模拟数据	25
2.3 相位偏移	14		
2.4 谐波失真	16		



1.目前的供应情况

在过去几年中，我们目睹了全球电力分配和使用领域中2种非常重要的现象：

- 向数字化时代过渡
- 分布式发电

这2种现象对电力分配及其正确管理正在产生重大影响。

让我们来详细分析一下。

1.1 向数字化时代过渡

仅仅十多年，由于数码技术的日益应用，所有的领域都掀起了一场真正的革命，旨在改善用于执行最重要技术功能的系统性能。计算机现在广泛应用于所有结构和所有领域，从家庭环境到最复杂的工业流程。现在，所有常用机器都由全数码计算机系统控制和管理。不仅如此，它们已经出现在我们的生活中，这些工具在几年前还是难以想象的（平板电脑、智能手机等等）。甚至照明等基本概念也越来越多地转向数码技术，尤其是由于led 的出现。在稍后的讨论中，我们将研究这种现象对能源问题和高效能源管理的影响。目前，我们注意到，数码技术的日益大规模发展导致我们的设备中连接到设备本身的非线性负载不断增加。



1.2 分布式发电

近年来，特别是在欧洲，但无论如何，在全世界范围内，发电方式正在发生深刻的变化。仅在二十年前，发电基本上是集中式的，特别是由于原子能的开发利用，这使得建立大型发电厂为日益庞大的能源密集型用户群提供服务成为可能。然而，在过去的几年里，我们也见证了电力生产方面的巨大革命，这主要归功于光伏发电，部分原因是由于强有力的激励政策，光伏发电越来越多地进入我们的生活，但也有其他技术，如风力发电、水力发电、热电联产等正在经历着更大的发展。

这一现象将如何影响能源向终端用户的传输，不在本文讨论范围之内，但首先评估这两种方法的主要区别，肯定会很有意思。为了简化讨论，让我们用示意图来表示两种情况下的输电网络状况，以便定性评估这一变化对最终用户的影响：

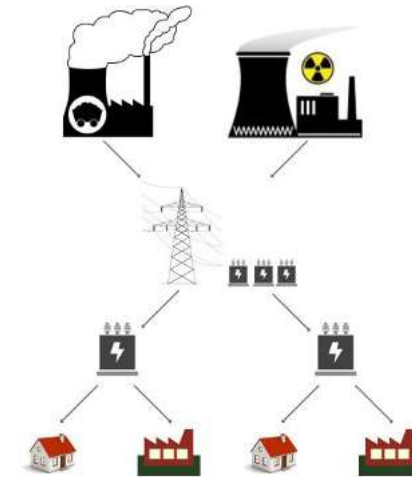


图 1: 集中发电的传输网络

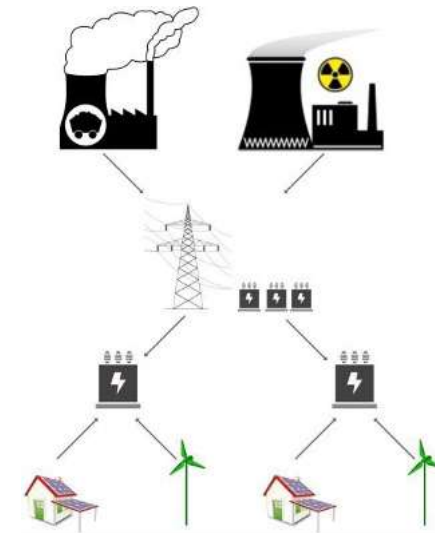


图 2: 分布式发电传输网络

从上面 2 张图中我们可以看出，我们可以发现的最重要的区别在于拓扑类型。特别是在分布式发电的情况下，注入电网的电力在到达最终用户之前总是经过中央分配系统，而在分布式发电的情况下，情况并非总是如此，实际上，电力可以直接从发电机交换到用户，而无需经过中央配电系统

这种现象对发电机供电的质量影响很大，由于没有配电装备的中间步骤，分布式发电机供电的效率低于集中式发电机供电的效率。近年来，在电气和电子技术领域，人们越来越多地听到电能质量这个词，它指的是从输电线传输到用户的电能质量。

1.3 过电压或欠压

过电压是指电网传输电力的电压高于标称电压的现象。该现象可以是暂时的或静态的。在第一种情况下，与标称值的偏差发生在几个瞬间或几个周期内，振幅从几伏到几百伏不等，通常是由电感负载的交换、负载下的变压器等引起的.....，当然，这类干扰也会造成能源效率低下，但与这类干扰相关的真正问题是有可能损坏与设备相连的装置。而在第二种情况下，当供应电压持续高于标称工作电压，在意大利，低压单相设备为 230V，低压三相设备为 400V时，可以认为干扰是静态的。即使在这种情况下，从长远来看，干扰也可能对连接到设备的装置造成损坏，不过这种现象应该与装备本身的设计有关，设备的输入电压容差应为 $\pm 10\%$ ，但在许多情况下，真正的问题在很多情况下与其后续的能源效率有关。特别是，对于大多数连接到网络的线性负载，电压增加会导致装置使用寿命缩短并增加能源消耗，在性能上没有可观的改进。

1.4 谐波失真

电网的功率传输应通过频率为 50 Hz（在意大利）、标称电压为 230V 的正弦波进行，此外，这个波在闭合到线性阻抗上时，应该在电路中产生一种同样是正弦类型的电流，频率为50Hz，其振幅取决于阻抗的阻性部分，并且可能会有一个相位差，取决于其阻抗的虚部。我们在提到电压输入和线路电流产生时都使用了“应该”术语，因为在第一种情况下，电压波在输入时不一定是完全正弦波，但即使是完全正弦波，所产生的电流波也不一定是完全正弦波。从数学角度来看，有关的波无论如何都是周期性类型，因此可以用傅里叶级数来展开，将其表示为频率、幅度和相位彼此不同的无限正弦分量的总和。从技术上讲，串联发展的单个组件被定义称为谐波；特别是基频的正弦波也是谐波。

考虑到任何由纯正弦波供电且仅在线性负载上闭合的电路，正如我们刚刚提到的，所产生的电流波在电源频率上将有唯一分量，并且在基波频率之外没有谐波分量，而在至少有一个负载为非线性负载的情况下，可能会产生基波频率之外的电流谐波、暂且忽略间谐波现象，对于电力负载而言，所产生的电流谐波分量通常是基波频率的倍频分量，因此产生的谐波可根据相关频率的倍数进行数码排序，例如第二次谐波是基波频率两倍的谐波。此外，对于大多数与网络连接的非线性负载（如开关电源）而言，振幅最大的谐波是那些奇数阶的谐波，如第三次、第五次、第七次等。此外，在实际情况中，谐波通常在序数较低时振幅较大，因此是递减的，即通常，第三次谐波的振幅大于第五次谐波，第五次谐波的振幅大于第七次谐波，依此类推。当然，即使在这种情况下，也必须对个别情况进行分析，因为连接到相关网

络的不同非线性负载可能会产生不同的谐波贡献，因此这些贡献的总和也可能不同。

参考产生的电流波可以定义
总谐波失真如下：

$$THD_i = \frac{I_t - I_f}{I_f} = \frac{\sum_2^{\infty} I_n - I_f}{I_f}$$

其中：

I_t 是总电流

I_f 是基频时的电流

电压波也是如此：

$$THD_v = \frac{V_t - V_f}{V_f} = \frac{\sum_2^{\infty} V_n - V_f}{V_f}$$

更广泛地说，关于传输的功率：

$$THD_p = \frac{P_t - P_f}{P_f}$$

正如其名称所示，该指数为我们提供了波形整体失真的信息。当然，数值越大于 0，波形就越偏离理想状态。谐波失真本身也会给设备带来能源问题。事实上，可以证明电流失真也会对为负载供电的电压波形产生影响，因此，这种现象也会对连接到系统的线性负载产生影响，此外，由于线路阻抗和发电机内部阻抗的功率损耗增加，也会在系统中产生其他损耗。

一般来说，线性负载的通波带几乎是无限的，例如，白炽灯泡将几乎无限范围内提供的所有电能转化为热能，这就意味着，如果我以 400 Hz 的频率为灯泡提供 5V 电压，灯泡中的灯丝就会发热，并通过焦耳效应产生热

量。

问题在于所讨论的转换不会产生可见光波段的光发射，因此这种变压器不会产生可见光波段的光辐射，或者说，它只会产生极少量的可见光波段的光辐射，或许还会产生其他肉眼不可见的光波段的光辐射，如紫外线或红外线，这是因为灯丝设计为在电源频率下工作。

这有 3 个非常重要的含义：

- 超出标称参数运行会导致装备过早损坏。
- 输出的光能中有不需要的成分，因此可以说，多余的能量并没有用来完成装备设计的工作，但基本上只是一种干扰。
- 可见光以外的辐射会对暴露的人体造成危害。

如果考虑到其他类型的负载，如电动机、泵或其他东西，后果可能会更加严重。

总的结果是，这些失真会将功率转移给使用它的负载，一部分用于执行其设计的工作，另一部分用于产生增加负载损坏可能性的低效率。因此，除了能源使用量增加造成经济损失外，装备本身的使用寿命缩短也会造成损失。

1.5 相位平衡

在三相系统中，对供电质量产生负面影响的另一个因素是相位之间不平衡，即各相供电波形之间的差异，这些差异一般可归因于基频电压或谐波类型。当单相负载和三相负载混合使用在同一线路上时，通常会出现这种干扰。同样，这种现象既会对所连接的三相负载产生能量影响，也会对效率和装置寿命产生影响。从该领域的文献中，我们了解到大部分低效率是如何在连接到系统的三相电机上产生的。

1.6 相位偏移

连接到电网的负载中出现的另一个重要干扰是电压波形和产生的电流波形之间的相位偏移。一般来说，电压和电流之间的相位偏移本身不会对负载产生能量问题，或者至少不会对负载吸收的有功能量产生问题，当然，相位偏移的存在会在电力传输阶段产生低效率和更大的功率消耗。一般来说，即使不是完全欧姆的线性负载，也会产生相对于电源电压的电流相位差，这种相位差或提前或延迟，取决于有关负载是欧姆电容性负载还是欧姆电感性负载。这产生了所谓的无功功率传输，特别是无功功率是指不被负载用于执行工作，而仅仅用于支持磁场的功率。问题在于，无功功率是通过感应电流传输的，这会增加与电网连接的电缆的负荷，此外，电路中更大的电流循环会对电路本身的串联阻抗产生更大的损耗，特别是对发电机的内部阻抗和线路阻抗，从而对系统本身产生欧姆损耗（即有功功率）。

在这种情况下，有2个因素对设备的能量和经济平衡非常重要：

- 在某些情况下，使用无功电能会给用户带来费用，即账单上的罚款。
- 循环的无功电流会在线路上产生有功能量散耗。

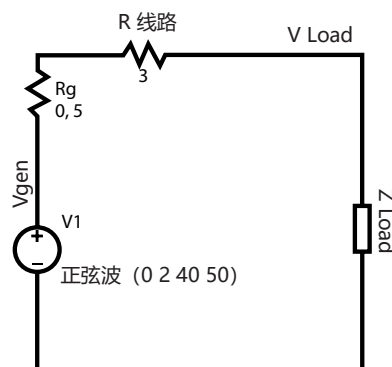
不仅如此，还可以简单地显示，这一因素也会对负载的供电的电压产生影响，因为在输入相同总功率的情况下，线路上的电压降会降低负载本身的有效电压，换句话说，功率传输的效率会变得非常低。

在提到电网时，人们通常会提到功率因数，指的是总传输功率（视在功率）与有功功率之间的比率，而这一因素通常与所谓的成本相混淆。特别是，后一种说法只有在只考虑线性负载的情况下才是正确的，因此对于线性负载网络而言，成本对应功率因数。然而，一般来说，功率因数也会考虑总谐波失真。

2. 负载响应

2.1 前言

在本节中，我们将通过一些模拟来分析负载在上述干扰情况下的表现。为简单起见，让我们以合同功率为 3 kW 的家用电路为例，其示意图如下：将使用一个集中参数模型进行模拟。



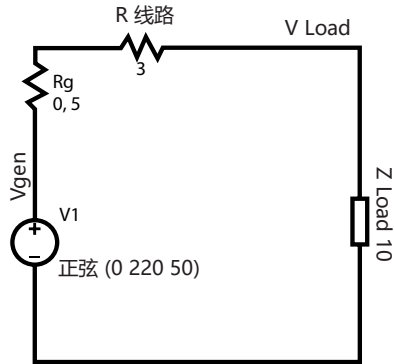
特别是：

- R_g 是发电机的“内部”电阻
- R 路线是网络的线路电阻，主要是由于存在用于配电的电力电缆。为简单起见，阻抗本身的电容和电感效应将忽略不计；设定的 3 欧姆电阻值相当于平均截面为 2 平方毫米的约 350 米电缆。
- Z Load 是负载阻抗，示意为从发电机看到的等效阻抗。所考虑的电路可分为两部分，一部分是电源部分，另一部分是负载部分。

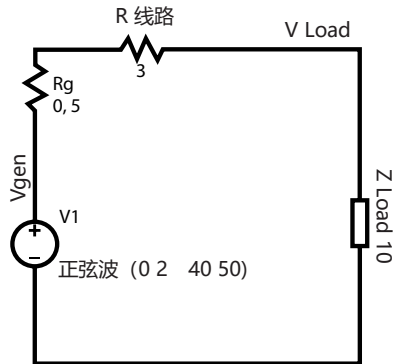
为了评估电路本身的能量平衡，我们将不时考虑一系列有用的因素，但一般情况下，我们将重点关注发电机输出的有功功率和负载吸收的有功功率，以这样的方式能够评估各种情况下的功率传输效率。

2.2 欧姆负载上的静态过电压

首先，让我们以纯欧姆负载为例，并且我们分析高于最佳电压的电源对系统的影响，我们假定最佳电压为220V：



发电机输出的有功功率：1785 W
负载吸收的有功功率：1322 W



发电机输出的有功功率：2124 W
负载吸收的有功功率：1573 W

总结一下：

欧姆负载 - 静态电压变化效应		
	最佳电源电压	高电源电压
电源电压：	220V	240V
线路电流：	16.28A	17.73A
功率因数：	≈ 1	≈ 1
总谐波失真：	0%	0%
负载的电阻阻抗：	10欧姆	10欧姆
发电机输出功率：	1785W	2124W
负载耗散的功率：	1322W	1573W

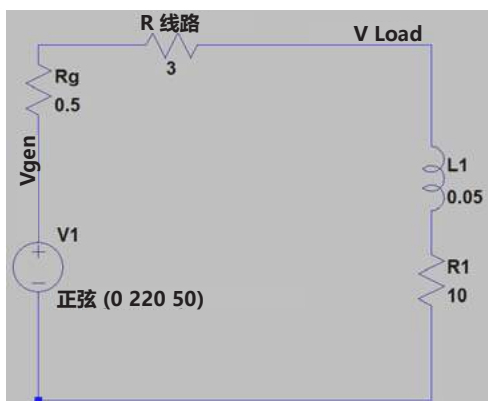
考虑因素

首先要考虑的是，在这种情况下，如果采用最佳供电方式，发电机的总功率将减少约16%。当然，由于电路的线性，分配到负载上的功率也会降低 16%，但正如我们在处理高电压对负载的影响时有机会进行评估一样，这并不总是意味着相关负载效率的提高，例如，如果负载是一个或多个并联的白炽灯、当然，在基频上给它们供给更高的电压会导致可见光波段的发光能量增加，但同时也会导致装备的其他发射波段的能量增加，因此可见光波段的总发光功率不会增加16%，而是增加了一个较低的百分比。此外，超出相关仪器的最佳电压范围意味着其使用寿命缩短的幅度远不止 16%，Omran 针对白炽灯的研究表明，以 240V 电压为灯泡供电比以其标称工作电压供电的使用寿命缩短 55%。

另一个需要考虑的因素是通过电网的欧姆能量损耗，在使用最佳电源的情况下，我们损耗为 $(1785 - 1322) \text{ W} = 463 \text{ W}$ ，而在使用较高电压电源的情况下，损耗为 $(2124 - 1173) \text{ W} = 551 \text{ W}$ ，还是在这种情况下，从相对角度来看，损耗的百分比是相同的，但从绝对值来看，供电电压较高的情况下，功率损耗更大，因为我们在线路上多耗散了约 100 W，这意味着在电表上耗散的能量更多，电缆发热更多，效率更低。

2.3 相位偏移

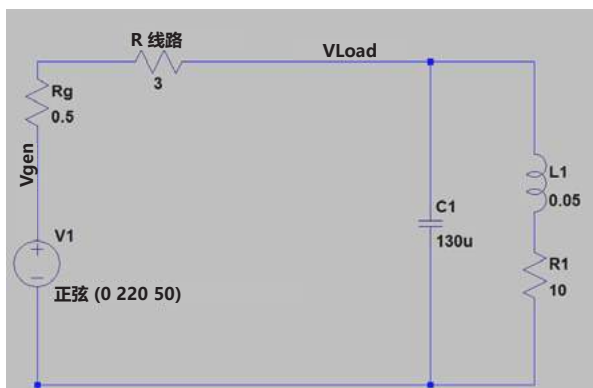
现在让我们考虑一下电路中是否存在欧姆电感负载：



发电机输出功率：632 W

负载吸收的功率：561 W

我们在负载上并联引入一个电容阻抗，以便从同一电路
中获得从发电机看到的等效欧姆阻抗：



发电机输出功率：758 W

负载吸收的功率：573 W

总结一下：

欧姆负载 - 静态电压变化效应		
	欧姆等效负载	等效负载 欧姆-电感
电源电压：	220V	220V
线路电流：	5.73A	8.03A
功率因数：	0.99	0.66
总谐波失真：	0%	0%
发电机输出功率：	758 W	632 W
负载耗散的功率：	561 W	573 W

考虑因素

就目前的情况而言，我们可以注意到2个重要的考虑因素：

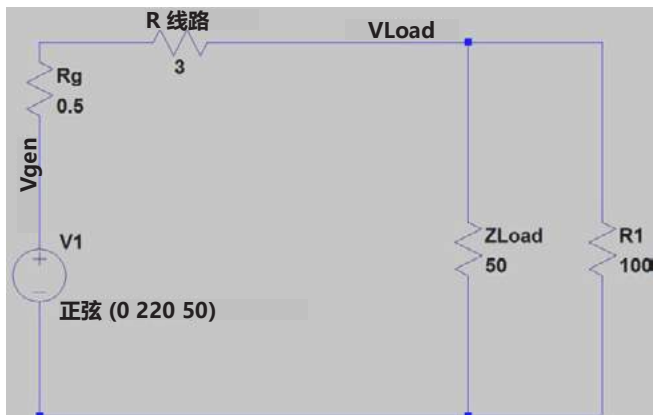
1. 在电感欧姆负载的情况下，发电机输出的功率比欧姆等效负载高出约 18%。
2. 负载实际使用的功率大约高出 3%。

第一种说法使我们能够指出，通过提高电路的功率因数，我们也大大节省了总用电量，因此，在这种情况下，能量平衡是正确的，而且我们还注意到，负载本身也从中受益，因为它在相同条件下使用的功率略高于前一种情况。

当然，这种条件通过220V 电源电压进行验证，而在更高电压下，问题就更加复杂了，由于感性负载的插入会产生相位偏移，并由于线路阻抗的影响而导致负载上的电压下降，因此，通过对系统进行相位调整，从能量的角度来看，情况自然会得到改善，使用我们刚刚分析的相同方法，但实际上我们发现自己处于负载稳态过电压的先前状态，因此，在任何情况下都必须重新调节负载上的耗散，以使其在最佳工作条件下工作，最后一个因素可以产生更大的节省，因此是一个值得期待的因素，我们将在下面讨论。

2.4 谐波失真

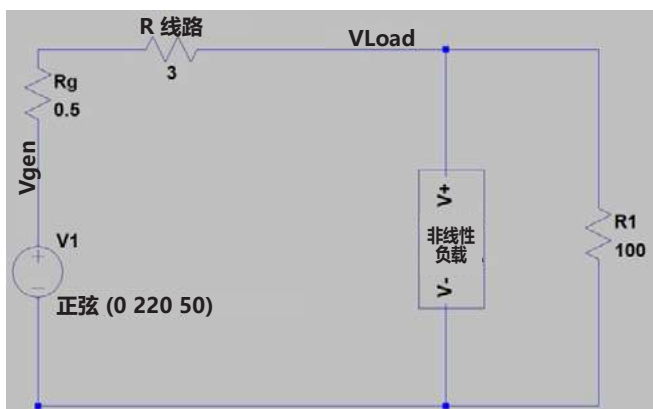
现在，让我们考虑一下电路中线性与非线性负载的混合存在：



发电机输出功率：654 W

负载吸收的功率：592 W

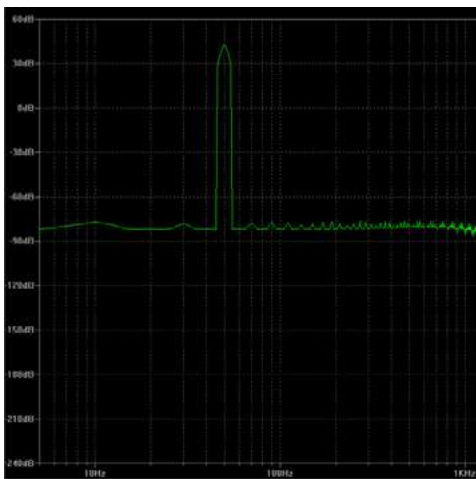
我们用功率相同但非线性的负载代替 50 欧姆负载：



发电机输出功率：656 W

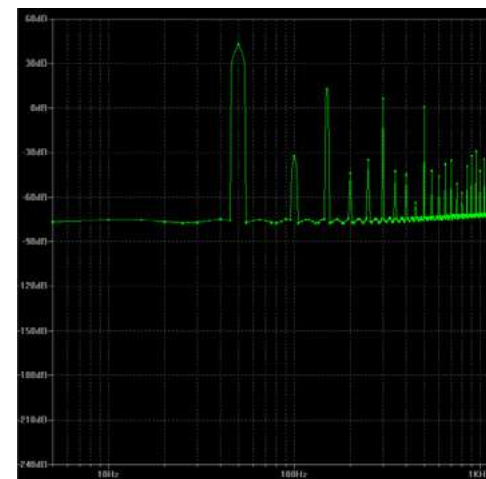
负载吸收的功率：586 W

让我们详细了解一下这种情况，考虑负载上电压在 0 - 1kHz 波带的傅里叶转换。



线性完全地电路。

总谐波失真：0.000473%



带非线性负载电路

总谐波失真：3.550619%

总结一下:

电感欧姆负载 - 谐波效应		
	欧姆等效负载	等效负载 欧姆-电感
电源电压:	220V	220V
线路电流:	4.21A	4.46A
功率因数:	≈ 1	0.95
总谐波失真:	$\approx 0\%$	3.55%
发电机输出功率:	654 W	656 W
负载耗散的功率:	592 W	586 W

考虑因素

对于这种情况，我们可以注意到3个方面的考虑因素：

- 在非线性电路情况下，发电机的功率输出比欧姆等效电路高出约 0.4%。
- 传输到负载的总功率高出约 1%。
- 在频率为 50 Hz 时，传输到负载的功率少 3.5%，这个百分比是波带外传输。

在这种情况下，非线性负载产生波带外谐波含量高的电流循环；该电流本身不会对其他负载造成问题，因为它只在发电机和相关负载之间环流。问题是线路阻抗上的电压变化也具有高谐波含量，因此负载的总电源电压受到谐波失真的影响，如上所述，谐波失真取决于失真负载的功率和阻抗线路，自然地，这些变形被欧姆负载吸收并转化为热量，从效率的角度来看可能没有任何优势，实际上有时在装置的寿命方面具有

显著的缺点。因此，我们可以说，虽然从能量平衡的角度看，首先似乎没有大的变化（1%），但从负载效率的角度看，却有更大的变化（3-4%），因此，如果考虑到有用的工作功率（50 Hz时传输功率），负载吸收的总功率实际上要低 5%。

3 现有技术

3.1 电压优化

电压优化是一种节能技术，通过在供电线路上串联安装变压器来降低或增加负载的可用电压。

优化可以静态或动态方式进行，具体取决于电压是以固定方式降低一定百分比还是在电路正常操作期间动态变化。

通常情况下会节省能源，正如我们在之前的模拟中有机会欣赏到的那样，如果主要是欧姆负载，存在静态过压问题，或者线性，在特定的非线性负载（例如开关电源）的情况下，电压的降低甚至会导致消耗量的增加，事实上，这些负载以恒定功率工作，也就是说，即使电压变化，它们也总是吸收同量的功率，因此电压的降低会导致节点电流的增加，进而导致线路电流的增加，这种电流自然会增加传输电缆上的损耗。

3.2 相位调整

相位调整是指用于提高（或通常所说的改善）给定负载的功率因数（ $\cos \varphi$ ）的任何措施，目的是在吸收相同有功功率的情况下降低设备中的环流值。相位调整的目的首先是减少能源损耗，并根据工业用地现有机器和线路的比例减少视在功率吸收。由于配电公司通过 CIP 电价措施（第 12/1984 号和第 26/1989 号）规定了合同条款，要求用户在支付违约金的情况下对自己的设备进行相位调整，因此，设备的相位调整变得越来越重要。在具有特定用户的电路中，例如白炽灯、热水器、某些类型的烤箱，吸收的视在功率都是有功功率。在用户内部有线圈的电路中，如电机、电焊机、荧光灯的电源、变压器，吸收的视在功率有一部分用于激发磁性电路，因此不作为有功功率使用，而是作为一般称为无功功率的功率使用。从整体能量平衡的角度来看，相位调整功能会减少电路吸收的无功能量，但并不会直接减少使用的有功能量，也就是说，有功能量的减少通常是由于导体本身的串联阻抗因整体电流降低而使导体上的损耗减少，但实际上并没有真正节省所有的有功能量，因为导体上的损耗降低会导致负载上的压降降低，而在欧姆负载的情况下，这意味着更大的能量损耗。

但很明显，在这种情况下，多余的能量对负载是有利的，除非它发生在静态过电压的情况下。负载的相位调整可以是集中式、分布式或混合式，在第一种情况下，负载上游和发电机下游的整个系统被重新定相，因此在发电机的输出端，成本有所改善，但电路的每个环节并

不一定都有改善；在第二种情况下，负载单独重新分段，其效果是发电机下游的整体成本有所改善；在第三种情况下，前两种混合解决方案。通常，负载的相位调整是通过将无功功率发电机与负载本身并联，且与负载的无功功率反相，从而抵消输出的无功功率来实现的。在正弦波电路中，最简单的无功功率发电机是电容器，因此要在负载上并联一个或多个电容器，以获得成本改善。不过，还有其他技术，如静态补偿器或有源滤波器。

3.3 谐波滤波

电力系统中的谐波滤波通常是通过在电路中插入装置来减少电流中的总谐波失真，从而改善电压的失真效果。适用于这一目的的过滤器主要有2大类：

- 无源滤波器
- 有源滤波器

在第一种情况下，调谐滤波器和电感滤波器之间还有进一步的区分。调谐滤波器是调谐到特定频率的特殊 rlc 滤波器，通常与地相连。在某些情况下，还可以使用带通或高通滤波器，以便为这些频率的干扰创建一个低阻抗的接地通路，并消除干扰的根源。另一方面，线路电感的原理与 LR 低通滤波器相同，事实上，线路电感与下游欧姆电路构成一个低通滤波器，不会让频率远离 50 Hz 的功率通过。这种解决方案自然可以通过降低总谐波失真系数来改善负载情况，但从能量平衡的角度来看情况保持不变，事实上，干扰在穿过电表后会传导到地

面，因此传导到地面的能量仍会计算在内。从负载的角度来看，有源滤波器是并联的电流发生器，它们注入与失真负载电流相同但相反的电流，以抵消由负载产生的谐波电流。

它们通过调节线路电压工作，对电网状况进行分析，并注入补偿电流，当然，为了正确地注入这些电流，它们需要非常高的开关频率，即最大补偿谐波频率的两倍以上，因此它们需要特别高效和快速的内部器件，IGBT 通常用于能够在所需的开关频率下工作。这自然使得这类装置特别昂贵。此外，从能量平衡的角度来看，情况与无源滤波器类似，根据滤波器的效率，需要吸收等量的电能来补偿干扰。有趣的是，有源滤波器还能改善设备的成本，因为它们还能起到无功能力的发电机的作用。此外，另一个非常有意思的方面是，不同容量的滤波器可以并联插入，并且不会引起电路干扰或谐振风险。

3.4 EMI 滤波器

EMI 滤波器是用于大多数电子装备中的无源滤波器，以使这些设备符合电磁兼容性法规，特别是有关传导发射的法规。从本质上讲，EMI 滤波器是一种低通滤波器，它连接在设备和电源之间的最后一级，以减弱任何电子装置都可能发出的噪声成分。显然，滤波器在电源频率（50-60 Hz）下必须是透明的，以便装置正常工作，同时必须在标准规定的频率范围（150kHz-30MHz）内工作。

3.5 消费者概况

市场上有一系列装置可以对用户的用电情况进行分析，即了解用户在某个有关的时间段内如何用电。当然，这些系统本身不会对用户的功耗产生任何改善，但它们有2个重要的含义可以优化耗电：

- 用户对消耗意识可能带来更多的关注和节省开支。
- 实施分析相关数据并重新处理数据的专家系统可以实现更高效的能源管理并节省大量成本，并在不改变消费习惯的情况下节省大量能源。

4.ANT

4.1 初步考虑因素

在讨论该项目的优点之前，最好对我们在前几章中解决的问题以及当前市场上的解决方案进行一些澄清。

我们随后研究了电压的优化系统，市场上有各种类型，即使实际上它们是简单地降低电源电压的装置，有些是静态的，有些是动态的，尤其在后者之间包括电压稳定器。显然，在这种情况下，电压优化系统可能对节省电能有所帮助，但是我们必须非常注意其运行情况。静态地降低电压肯定不是一个有效的解决方案，因为电压的升高或降低通常取决于负载条件。当然，在这种情况下还必须注意供电线路的状况，因为这可能会造成运行问题或损坏负载本身。实际上过电压或静态欠电压对设备的影响可能是正的，也可能是负的，这取决于我们处理的是可变功率负载还是恒功率负载（供电-非线性），为此不可能提前预测正确的操作模式。

然后，我们研究了相位调整和滤波系统，在这种情况下，从设备的能源和安全角度也需要做出许多澄清。特别是，假设我们面对的是一个主要是欧姆-感性负载并存在静态过电压的情况，在这种情况下，根据负载的功率因数，发电机和负载之间会产生一定值的电压降，该电压降可能会使负载达到标称电压值，引入相位调整和滤波系统的好处是可以提高功率因数，从而降低电路串联支路中的环流，进而提高负载的有效电压。最后一个方面通常会转化为更大的有功能量浪费，具体取决于线路阻抗和负载阻抗之间的比率。同样的情况适用，正如我们从模拟中所见，关于谐波对电流和电压的贡献，这一

情况被加剧和恶化，因为在谐波干扰存在的情况下，负载和整个设备的安全问题也会随之而来。

ANT 项目的诞生正是由于需要将考虑的各种技术的积极影响融合到一个产品中。该产品真正的新颖之处和最重要的附加值恰恰在于其动态负载管理方法，特别是该装置能够从供电和负载两方面对所连接的电网进行即时分析，无论是在供电还是负载方面，都能在任何工作配置下以最佳方式供电负载。该设备能够分析网络参数，无论电压还是电流频谱的精确度均为 0,1%，通过分析负载的排放水平，它能够了解电网的内部组成，并通过推理解释各个阻抗的起的作用，特别是负载阻抗与传输和天线的阻抗之间的差异，从而使装备能够优化向负载阻抗的功率传输，最大限度地减少传输和无源元件的损耗。

ANT 项目的创立是为了满足日益增长的需求，即优化任何发电机与其连接的负载网络之间的电力传输。

在这个领域，优化指的是一系列措施，旨在改善设备输入的电能质量，并抵消由负载插入所带来的负面影响，正如我们从分析模拟中所见到的那样。

需要指出的是，就目前的系统构成而言，并不存在相同的替代解决方案，但有一些替代产品接近于建议的解决方案。

4.2 当前项目/装置描述

用于使用户电路的阻抗适应发电机阻抗的系统，以提高设备的效率、保护装置并节省能源。

一旦该装置与电网连接，能够分析所有电网运行参数，包括外部电能质量和内部干扰因素。它能够衰减干扰，并利用其能量优化电压和内部电流的流动。此外，它能够平衡相位和供电电压上的负载特性，因此也能够平衡3条电流和相位的3条电流。工作配置文件完全可配置和可远程管理，网络分析数据也是如此。

该产品包括称为 ANT 2.1 版的基本改进版、TG 改进版，包括上文所述的设备遥控功能，以及 TL改进版，包括上文所述的遥控读取功能。

该装置应连接到设备中，无论是家用还是商用，都应在电表的下游和主要配电线路的入口处。一旦连接到电路，能够计算由电表看到的电路阻抗，并优化该阻抗，并改善电表与系统之间的能量传输，从而有效减少设备因使用设备本身以外的因素而耗散的能量。此外，相对于输入线路，该装置还能起到电能质量优化器的作用。电能质量的特性是电网将电能有效地传输给用户并尽可能消除浪费。

远程管理

遥控装置包括所有基本功能，还可以完全远程管理所有已安装的装备。远程管理装置对于改进其运行参数非常重要，因为可以根据运行期间的标准运行情况远程重新配置每个单独的装置。此外，通过远程管理，可以随时从自己的办公室全面了解装置的运行状况，如果您在办公室进行干预，则可以通过断开设备本身与其所连接的系统的连接来绕过每个设备。此外，如果装置上发生任何异常，则有可能收到已发生异常类型的通知，如果有任何部件内部损坏，就可以提前知道需要更换哪个部

件，从而提供更精确、更高效的服务，当然也可以直接联系客户，告知他们发生了故障并正在提供服务。

监测

当然，该产品还配有一个内部传感器网络，可验证所有单个内部组件的功能，以监控装置的所有运行参数，因此能够立即了解系统中是否存在任何异常或故障，并向服务部门指出所遇到的问题和可能采用的解决方案，以便及时解决问题。

软件

从架构角度来看远程管理的产品，它由一个中央专用服务器组成，该服务器与所有装置进行通信，从而使所有连接设备的情况和运行参数始终一目了然。此外，该公司方面还提供访问软件和随时核实所有装置的状态，还可以通过同一软件更改每个装置的配置，必要时断开其与设备的连接，所有操作都简单快捷。此外，还可以向其他为单个区域提供服务的用户提供专用软件，以便他们有机会管理自己区域内的所有设备。当然，在每种情况下，公司和服务提供商都会收到有关装置可能出现故障的通知，可能还会收到需要处理的服务单。

远程读取

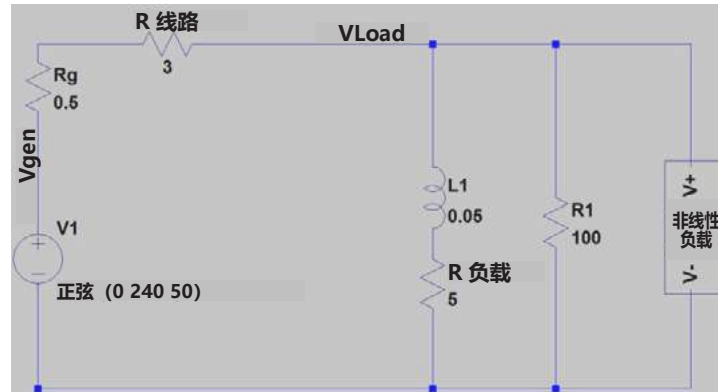
远程读取产品包括远程管理产品的所有功能，还可以提供所有用户消费相关数据，所有这些都集中在一个简单而实用的平台上完成。远程读取功能可供公司使用，另外公司可以自行决定将这些功能提供给服务网络，但最重要的是，这些功能可以提供给拥有装置的个人用户。用户可以通过公司网站、智能手机和平板电脑，使用简单直观的唯一界面方便地访问自己的消费者档案。

好消息是，由于该系统不仅可以监控电力消耗，还可以监控水和天然气的消耗，甚至可以管理物业中任何可再生能源系统的生产数据，如光伏发电、小型风力发电、太阳能热发电和其他设备。



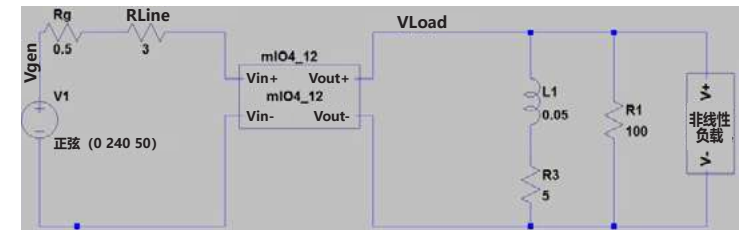
4.2 设计和模拟数据

现在让我们来看看该系统如何与电力设备互动，模拟一次实际情况，即存在静态过电压现象、相位偏移和非线性负载的情况。在这种情况下，从图中可以看出，我们没有考虑供电线路的非线性，即没有考虑来自外部的干扰，而只考虑内部线路产生的干扰：



发电机输出功率: 1094 W

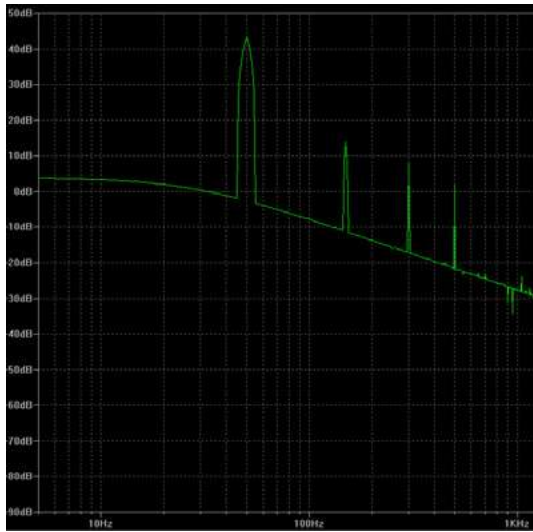
负载吸收的功率: 738 W



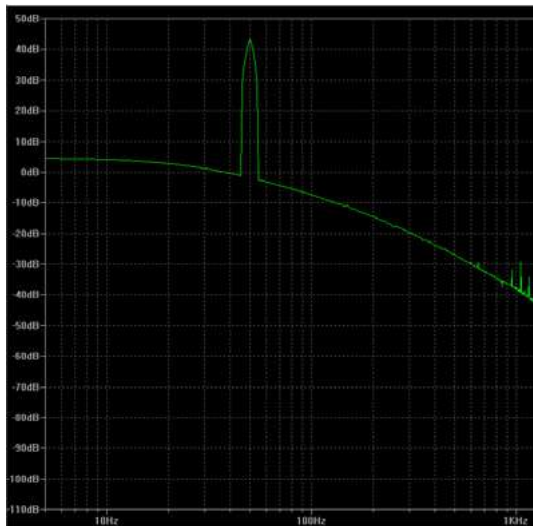
发电机输出功率: 843 W

负载吸收的功率: 756 W

负载电源电压 (VLoad) 的谐波分析:



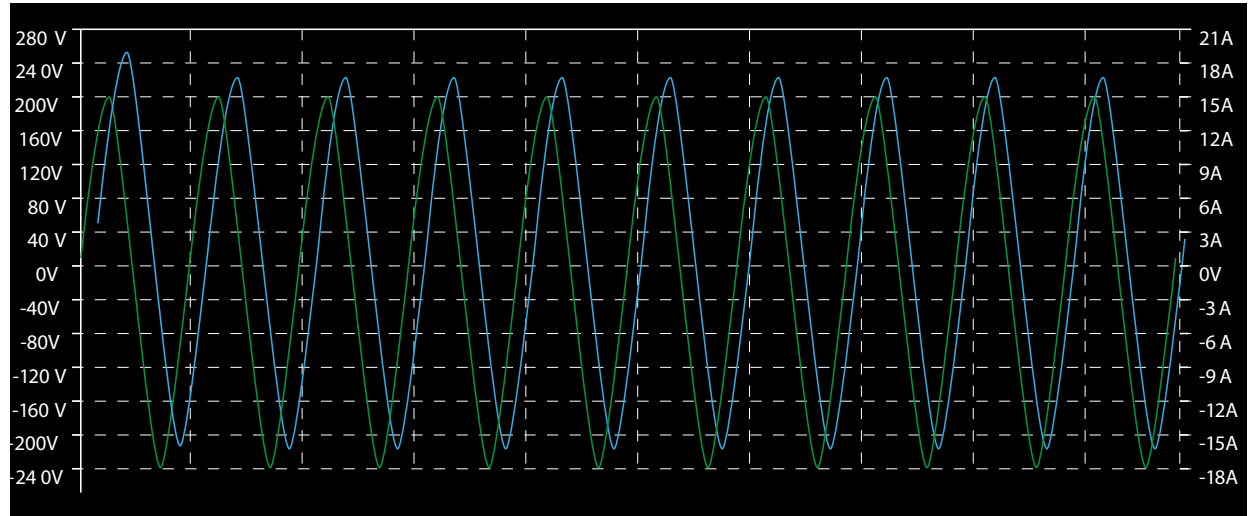
总谐波失真: 3.479955%



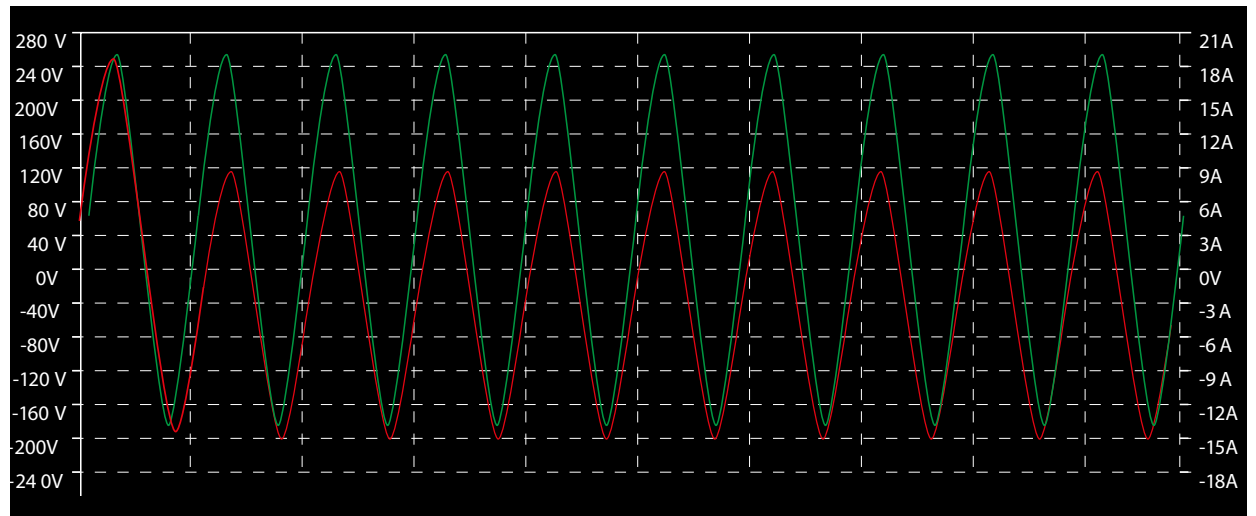
总谐波失真: 3.479955%

由此产生的波形:

无ANT:



带ANT



ANT 插入效应

	无ANT	带ANT
电源电压:	240V	240V
线路电流:	10A	5A
功率因数:	0.64	0.99
总谐波失真:	3.5%	0.01%
发电机输出的有功功率:	1094 W	843 W
负载上耗散的有功功率:	738 W	756 W

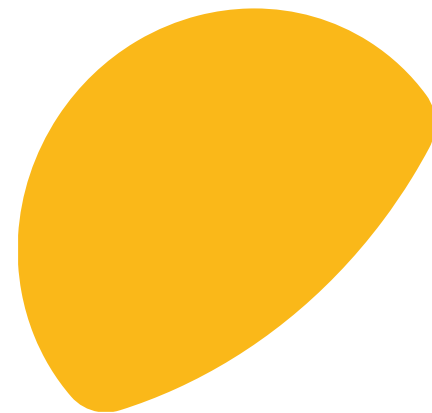
考虑因素

- 在没有系统插入的情况下，发电机分配的有功功率超过 18%；
- 系统启动后，负载效率约为 3%
- 当装备插入时，负载上电压的总谐波失真可以忽略不计，否则大约是3.5%。这样，系统（50 Hz）的负荷优化超过 3%。
- 电路的功率因数大幅提高，接近允许的最高效率。
- 系统插入后，循环电流减少约 50%，因此电缆损耗明显降低。

» 拼写为 ESE,
读作 EASY, 容易
如何节约能源。



» 发现
ESE世界
和所有机会
为您的业务服务!





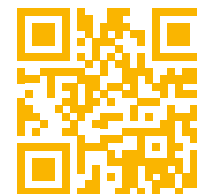
商业伙伴



Innova ICT s.r.l.
Via Val di Non, 88
00144 罗马
增值税号: 01592450629

电话、传真 +39 0884.090204
手机 +39 340 1238107

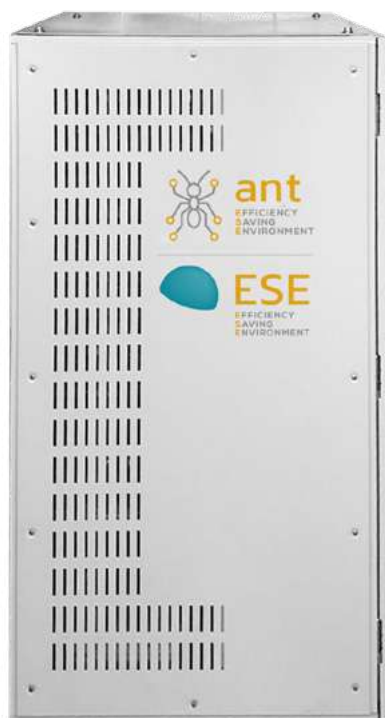
电子邮件 e.innovaict@gmail.com
网站 www.innovaict.net



扫描 qr 码
和发现 **ESE.ENERGY**

关注我们





物联网产业 4.0 准备就绪
意大利制造

关系技术

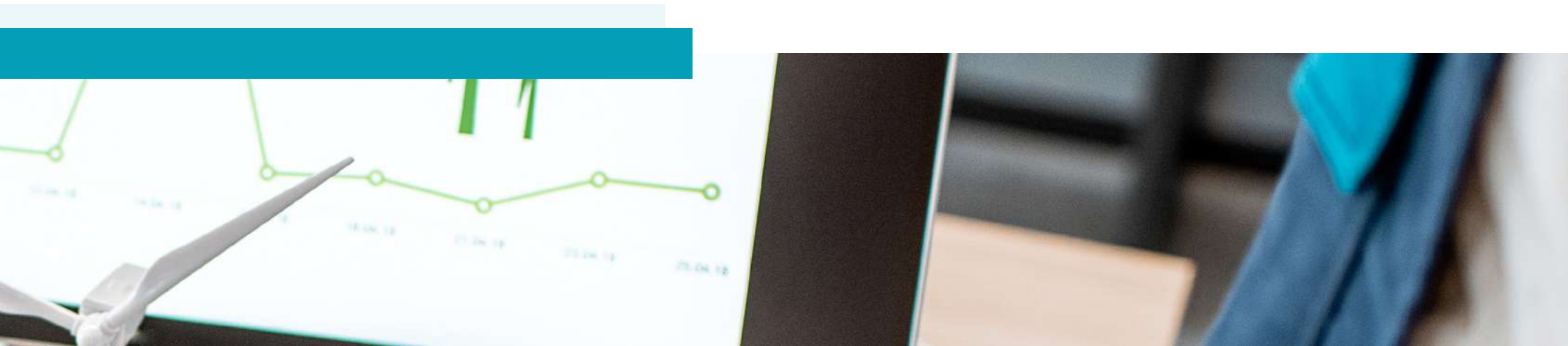


divisione efficientamento energetico



» 摘要 /

1. 目前的供应情况	4	3. 现有技术	18
1.1 向数字化时代过渡	4	3.1 电压优化	18
1.2 分布式发电	5	3.2 相位调整	18
1.3 过电压或欠压	6	3.3 谐波滤波	19
1.4 谐波失真	7	3.4 EMI 滤波器	20
1.5 相位平衡	9	3.5 消费者概况	20
1.6 相位偏移	10	4. ANT	21
2. 负载响应	11	4.1 初步考虑因素	21
2.1 前言	11	4.2 当前项目	22
2.2 欧姆负载上的静态过电压	12	4.3 项目和模拟数据	25
2.3 相位偏移	14		
2.4 谐波失真	16		



1.目前的供应情况

在过去几年中，我们目睹了全球电力分配和使用领域中2种非常重要的现象：

- 向数字化时代过渡
- 分布式发电

这2种现象对电力分配及其正确管理正在产生重大影响。让我们来详细分析一下。

1.1 向数字化时代过渡

仅仅十多年，由于数码技术的日益应用，所有的领域都掀起了一场真正的革命，旨在改善用于执行最重要技术功能的系统性能。计算机现在广泛应用于所有结构和所有领域，从家庭环境到最复杂的工业流程。现在，所有常用机器都由全数码计算机系统控制和管理。不仅如此，它们已经出现在我们的生活中，这些工具在几年前还是难以想象的（平板电脑、智能手机等等）。甚至照明等基本概念也越来越多地转向数码技术，尤其是由于led 的出现。在稍后的讨论中，我们将研究这种现象对能源问题和高效能源管理的影响。目前，我们注意到，数码技术的日益大规模发展导致我们的设备中连接到设备本身的非线性负载不断增加。



1.2 分布式发电

近年来，特别是在欧洲，但无论如何，在全世界范围内，发电方式正在发生深刻的变化。仅在二十年前，发电基本上是集中式的，特别是由于原子能的开发利用，这使得建立大型发电厂为日益庞大的能源密集型用户群提供服务成为可能。然而，在过去的几年里，我们也见证了电力生产方面的巨大革命，这主要归功于光伏发电，部分原因是由于强有力的激励政策，光伏发电越来越多地进入我们的生活，但也有其他技术，如风力发电、水力发电、热电联产等正在经历着更大的发展。

这一现象将如何影响能源向终端用户的传输，不在本文讨论范围之内，但首先评估这两种方法的主要区别，肯定会很有意思。为了简化讨论，让我们用示意图来表示两种情况下的输电网络状况，以便定性评估这一变化对最终用户的影响：

图 1: 集中发电的传输网络

图 2: 分布式发电传输网络

从上面 2 张图中我们可以看出，我们可以发现的最重要的区别在于拓扑类型。特别是在分布式发电的情况下，注入电网的电力在到达最终用户之前总是经过中央分配系统，而在分布式发电的情况下，情况并非总是如此，实际上，电力可以直接从发电机交换到用户，而无需经过中央配电系统。这种现象对发电机供电的质量影响很大，由于没有配电装备的中间步骤，分布式发电机供电的效率低于集中式发电机供电的效率。近年来，在电气和电子技术领域，人们越来越多地听到电能质量这个词，它指的是从输电线传输到用户的电能质量。

1.3 过电压或欠压

过电压是指电网输电力的电压高于标称电压的现象。该现象可以是暂时的或静态的。在第一种情况下，与标称值的偏差发生在几个瞬间或几个周期内，振幅从几伏到几百伏不等，通常是由电感负载的交换、负载下的变压器等引起的……，当然，这类干扰也会造成能源效率低下，但与这类干扰相关的真正问题是有可能损坏与设备相连的装置。而在第二种情况下，当供应电压持续高于标称工作电压，在意大利，低压单相设备为 230V，低压三相设备为 400V时，可以认为干扰是静态的。即使在这种情况下，从长远来看，干扰也可能对连接到设备的装置造成损坏，不过这种现象应该与装备本身的设计有关，设备的输入电压容差应为 $\pm 10\%$ ，但在许多情况下，真正的问题在很多情况下与其后续的能源效率有关。特别是，对于大多数连接到网络的线性负载，电压增加会导致装置使用寿命缩短并增加能源消耗，在性能上没有可观的改进。

1.4 谐波失真

电网的功率传输应通过频率为 50 Hz (在意大利)、标称电压为 230V 的正弦波进行, 此外, 这个波在闭合到线性阻抗上时, 应该在电路中产生一种同样是正弦类型的电流, 频率为50Hz, 其振幅取决于阻抗的阻性部分, 并且可能会有一个相位差, 取决于其阻抗的虚部。我们在提到电压输入和线路电流产生时都使用了“应该”术语, 因为在第一种情况下, 电压波在输入时不一定是完全正弦波, 但即使是完全正弦波, 所产生的电流波也不一定是完全正弦波。从数学角度来看, 有关的波无论如何都是周期性类型, 因此可以用傅里叶级数来展开, 将其表示为频率、幅度和相位彼此不同的无限正弦分量的总和。从技术上讲, 串联发展的单个组件被定义称为谐波; 特别是基频的正弦波也是谐波。

考虑到任何由纯正弦波供电且仅在线性负载上闭合的电路, 正如我们刚刚提到的, 所产生的电流波在电源频率上将有唯一分量, 并且在基波频率之外没有谐波分量, 而在至少有一个负载为非线性负载的情况下, 可能会产生基波频率之外的电流谐波、暂且忽略间谐波现象, 对于电力负载而言, 所产生的电流谐波分量通常是基波频率的倍频分量, 因此产生的谐波可根据相关频率的倍数进行数码排序, 例如第二次谐波是基波频率两倍的谐波。此外, 对于大多数与网络连接的非线性负载 (如开关电源) 而言, 振幅最大的谐波是那些奇数阶的谐波, 如第三次、第五次、第七次等。此外, 在实际情况中, 谐波通常在序数较低时振幅较大, 因此是递减的, 即通常, 第三次谐波的振幅大于第五次谐波, 第五次谐波的振幅大于第七次谐波, 依此类推。当然, 即使在这种情况下, 也必须对个别情况进行分析, 因为连接到相关网

络的不同非线性负载可能会产生不同的谐波贡献, 因此这些贡献的总和也可能不同。

参考产生的电流波可以定义
总谐波失真如下：

$$THD_i = \frac{I_t - I_f}{I_f} = \frac{\sum_2^{\infty} I_n - I_f}{I_f}$$

其中：

I_t 是总电流

I_f 是基频时的电流

电压波也是如此：

$$THD_v = \frac{V_t - V_f}{V_f} = \frac{\sum_2^{\infty} V_n - V_f}{V_f}$$

更广泛地说，关于传输的功率：

$$THD_p = \frac{P_t - P_f}{P_f}$$

正如其名称所示，该指数为我们提供了波形整体失真的信息。当然，数值越大于 0，波形就越偏离理想状态。谐波失真本身也会给设备带来能源问题。事实上，可以证明电流失真也会对为负载供电的电压波形产生影响，因此，这种现象也会对连接到系统的线性负载产生影响，此外，由于线路阻抗和发电机内部阻抗的功率损耗增加，也会在系统中产生其他损耗。

一般来说，线性负载的通波带几乎是无限的，例如，白炽灯泡将几乎无限范围内提供的所有电能转化为热能，这就意味着，如果我以 400 Hz 的频率为灯泡提供 5V 电压，灯泡中的灯丝就会发热，并通过焦耳效应产生热

量。

问题在于所讨论的转换不会产生可见光波段的光发射，因此这种变压器不会产生可见光波段的光辐射，或者说，它只会产生极少量的可见光波段的光辐射，或许还会产生其他肉眼不可见的光波段的光辐射，如紫外线或红外线，这是因为灯丝设计为在电源频率下工作。

这有 3 个非常重要的含义：

- 超出标称参数运行会导致装备过早损坏。
- 输出的光能中有不需要的成分，因此可以说，多余的能量并没有用来完成装备设计的工作，但基本上只是一种干扰。
- 可见光以外的辐射会对暴露的人体造成危害。

如果考虑到其他类型的负载，如电动机、泵或其他东西，后果可能会更加严重。

总的结果是，这些失真会将功率转移给使用它的负载，一部分用于执行其设计的工作，另一部分用于产生增加负载损坏可能性的低效率。因此，除了能源使用量增加造成经济损失外，装备本身的使用寿命缩短也会造成损失。

1.5 相位平衡

在三相系统中，对供电质量产生负面影响的另一个因素是相位之间不平衡，即各相供电波形之间的差异，这些差异一般可归因于基频电压或谐波类型。当单相负载和三相负载混合使用在同一线路上时，通常会出现这种干扰。同样，这种现象既会对所连接的三相负载产生能量影响，也会对效率和装置寿命产生影响。从该领域的文献中，我们了解到大部分低效率是如何在连接到系统的三相电机上产生的。

1.6 相位偏移

连接到电网的负载中出现的另一个重要干扰是电压波形和产生的电流波形之间的相位偏移。一般来说，电压和电流之间的相位偏移本身不会对负载产生能量问题，或者至少不会对负载吸收的有功能量产生问题，当然，相位偏移的存在会在电力传输阶段产生低效率和更大的功率消耗。一般来说，即使不是完全欧姆的线性负载，也会产生相对于电源电压的电流相位差，这种相位差或提前或延迟，取决于有关负载是欧姆电容性负载还是欧姆电感性负载。这产生了所谓的无功功率传输，特别是无功功率是指不被负载用于执行工作，而仅仅用于支持磁场的功率。问题在于，无功功率是通过感应电流传输的，这会增加与电网连接的电缆的负荷，此外，电路中更大的电流循环会对电路本身的串联阻抗产生更大的损耗，特别是对发电机的内部阻抗和线路阻抗，从而对系统本身产生欧姆损耗（即有功功率）。

在这种情况下，有2个因素对设备的能量和经济平衡非常重要：

- 在某些情况下，使用无功电能会给用户带来费用，即账单上的罚款。
- 循环的无功电流会在线路上产生有功能量散耗。

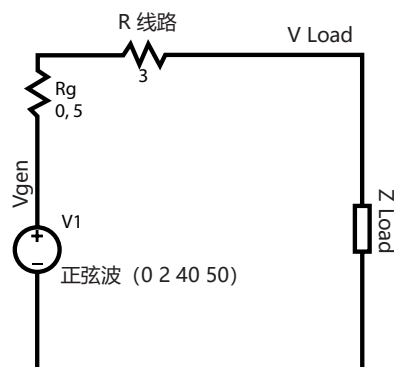
不仅如此，还可以简单地显示，这一因素也会对负载的供电的电压产生影响，因为在输入相同总功率的情况下，线路上的电压降会降低负载本身的有效电压，换句话说，功率传输的效率会变得非常低。

在提到电网时，人们通常会提到功率因数，指的是总传输功率（视在功率）与有功功率之间的比率，而这一因素通常与所谓的成本相混淆。特别是，后一种说法只有在只考虑线性负载的情况下才是正确的，因此对于线性负载网络而言，成本对应功率因数。然而，一般来说，功率因数也会考虑总谐波失真。

2. 负载响应

2.1 前言

在本节中，我们将通过一些模拟来分析负载在上述干扰情况下的表现。为简单起见，让我们以合同功率为 3 kW 的家用电路为例，其示意图如下：将使用一个集中参数模型进行模拟。



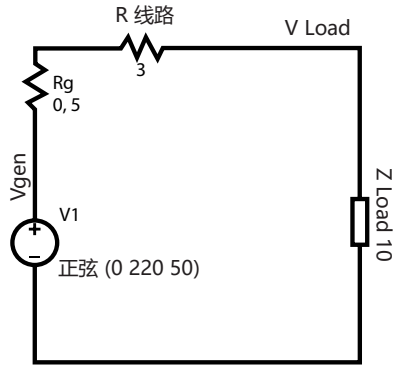
特别是：

- R_g 是发电机的“内部”电阻
- R 路线是网络的线路电阻，主要是由于存在用于配电的电力电缆。为简单起见，阻抗本身的电容和电感效应将忽略不计；设定的 3 欧姆电阻值相当于平均截面为 2 平方毫米的约 350 米电缆。
- Z Load 是负载阻抗，示意为从发电机看到的等效阻抗。所考虑的电路可分为两部分，一部分是电源部分，另一部分是负载部分。

为了评估电路本身的能量平衡，我们将不时考虑一系列有用的因素，但一般情况下，我们将重点关注发电机输出的有功功率和负载吸收的有功功率，以这样的方式能够评估各种情况下的功率传输效率。

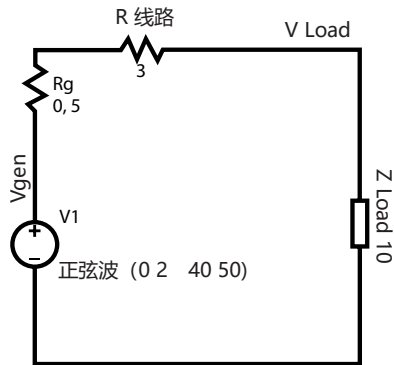
2.2 欧姆负载上的静态过电压

首先，让我们以纯欧姆负载为例，并且我们分析高于最佳电压的电源对系统的影响，我们假定最佳电压为 220V：



发电机输出的有功功率：1785 W

负载吸收的有功功率：1322 W



发电机输出的有功功率：2124 W

负载吸收的有功功率：1573 W

总结一下：

欧姆负载 - 静态电压变化效应		
	最佳电源电压	高电源电压
电源电压：	220V	240V
线路电流：	16.28A	17.73A
功率因数：	≈ 1	≈ 1
总谐波失真：	0%	0%
负载的电阻阻抗：	10欧姆	10欧姆
发电机输出功率：	1785W	2124W
负载耗散的功率：	1322W	1573W

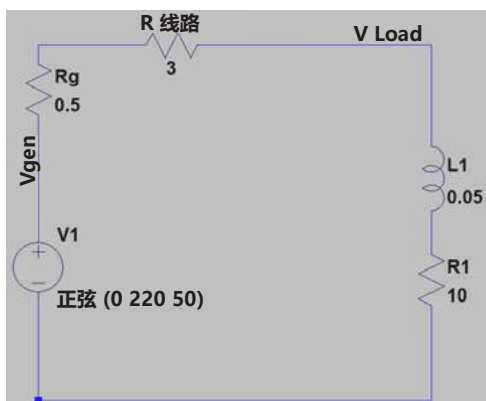
考虑因素

首先要考虑的是，在这种情况下，如果采用最佳供电方式，发电机的总功率将减少约16%。当然，由于电路的线性，分配到负载上的功率也会降低 16%，但正如我们在处理高电压对负载的影响时有机会进行评估一样，这并不总是意味着相关负载效率的提高，例如，如果负载是一个或多个并联的白炽灯、当然，在基频上给它们供给更高的电压会导致可见光波段的发光能量增加，但同时也会导致装备的其他发射波段的能量增加，因此可见光波段的总发光功率不会增加16%，而是增加了一个较低的百分比。此外，超出相关仪器的最佳电压范围意味着其使用寿命缩短的幅度远不止 16%，Omran 针对白炽灯的研究表明，以 240V 电压为灯泡供电比以其标称工作电压供电的使用寿命缩短 55%。

另一个需要考虑的因素是通过电网的欧姆能量损耗，在使用最佳电源的情况下，我们损耗为 $(1785 - 1322) W = 463W$ ，而在使用较高电压电源的情况下，损耗为 $(2124 - 1173)W = 551W$ ，还是在这种情况下，从相对角度来看，损耗的百分比是相同的，但从绝对值来看，供电电压较高的情况下，功率损耗更大，因为我们在线路上多耗散了约 100 W，这意味着在电表上耗散的能量更多，电缆发热更多，效率更低。

2.3 相位偏移

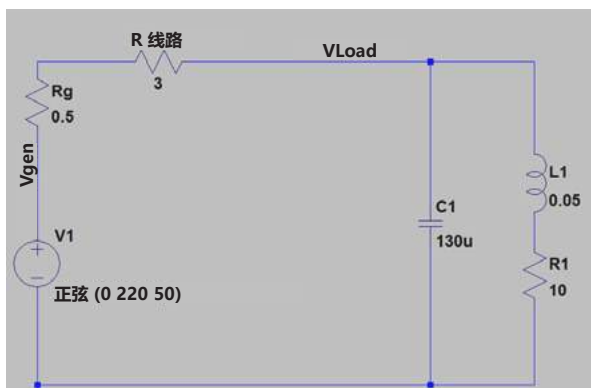
现在让我们考虑一下电路中是否存在欧姆电感负载：



发电机输出功率：632 W

负载吸收的功率：561 W

我们在负载上并联引入一个电容阻抗，以便从同一电路
中获得从发电机看到的等效欧姆阻抗：



发电机输出功率：758 W

负载吸收的功率：573 W

总结一下：

欧姆负载 - 静态电压变化效应		
	欧姆等效负载	等效负载 欧姆-电感
电源电压：	220V	220V
线路电流：	5.73A	8.03A
功率因数：	0.99	0.66
总谐波失真：	0%	0%
发电机输出功率：	758 W	632 W
负载耗散的功率：	561 W	573 W

考虑因素

就目前的情况而言，我们可以注意到2个重要的考虑因素：

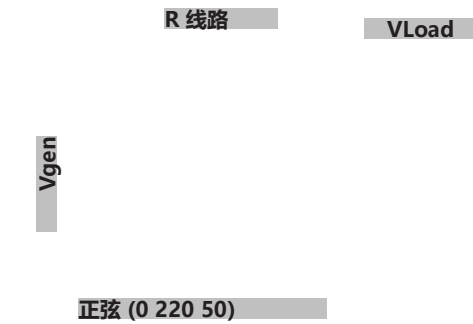
1. 在电感欧姆负载的情况下，发电机输出的功率比欧姆等效负载高出约 18%。
2. 负载实际使用的功率大约高出 3%。

第一种说法使我们能够指出，通过提高电路的功率因数，我们也大大节省了总用电量，因此，在这种情况下，能量平衡是正确的，而且我们还注意到，负载本身也从中受益，因为它在相同条件下使用的功率略高于前一种情况。

当然，这种条件通过220V 电源电压进行验证，而在更高电压下，问题就更加复杂了，由于感性负载的插入会产生相位偏移，并由于线路阻抗的影响而导致负载上的电压下降，因此，通过对系统进行相位调整，从能量的角度来看，情况自然会得到改善，使用我们刚刚分析的相同方法，但实际上我们发现自己处于负载稳态过电压的先前状态，因此，在任何情况下都必须重新调节负载上的耗散，以使其在最佳工作条件下工作，最后一个因素可以产生更大的节省，因此是一个值得期待的因素，我们将在下面讨论。

2.4 谐波失真

现在，让我们考虑一下电路中线性与非线性负载的混合存在：



发电机输出功率：654 W
负载吸收的功率：592 W

我们用功率相同但非线性的负载代替 50 欧姆负载：

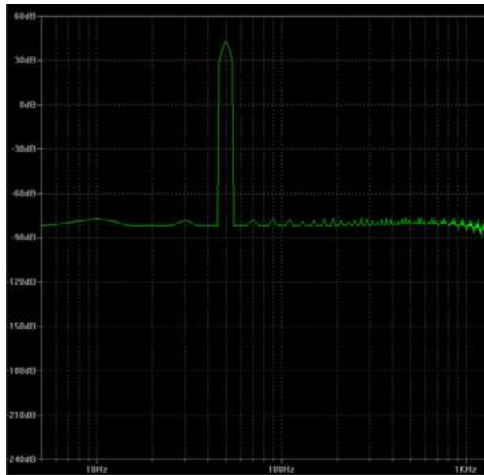


发电机输出功率: 656 W

负载吸收的功率: 586 W

总结一下:

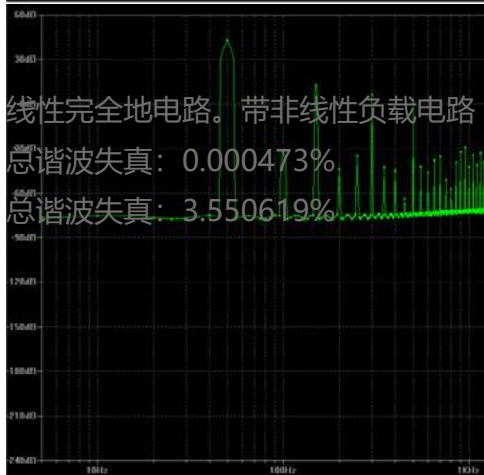
让我们详细了解一下这种情况, 考虑负载上电压在 0 - 1kHz 波带的傅里叶转换。



线性完全地电路。带非线性负载电路

总谐波失真: 0.000473%

总谐波失真: 3.550619%



电感欧姆负载 - 谐波效应

	欧姆等效负载	等效负载 欧姆-电感
电源电压:	220V	220V
线路电流:	4.21A	4.46A
功率因数:	≈ 1	0.95
总谐波失真:	$\approx 0\%$	3.55%
发电机输出功率:	654 W	656 W
负载耗散的功率:	592 W	586 W

考虑因素

对于这种情况，我们可以注意到3个方面的考虑因素：

- 在非线性电路情况下，发电机的功率输出比欧姆等效电路高出约 0.4%。
- 传输到负载的总功率高出约 1%。
- 在频率为 50 Hz 时，传输到负载的功率少 3.5%，这个百分比是波带外传输。

在这种情况下，非线性负载产生波带外谐波含量高的电流循环；该电流本身不会对其他负载造成问题，因为它只在发电机和相关负载之间环流。问题是线路阻抗上的电压变化也具有高谐波含量，因此负载的总电源电压受到谐波失真的影响，如上所述，谐波失真取决于失真负载的功率和阻抗线路，自然地，这些变形被欧姆负载吸收并转化为热量，从效率的角度来看可能没有任何优势，实际上有时在装置的寿命方面具有显着的缺点。因此，我们可以说，虽然从能量平衡的角度看，首先似乎没有大的变化（1%），但从负载效率的角度看，却有更大的变化（3-4%），因此，如果考虑到有用的工作功率（50 Hz时传输功率），负载吸收的总功率实际上要低 5%。

3 现有技术

3.1 电压优化

电压优化是一种节能技术，通过在供电线路上串联安装变压器来降低或增加负载的可用电压。

优化可以静态或动态方式进行，具体取决于电压是以固定方式降低一定百分比还是在电路正常操作期间动态变化。

通常情况下会节省能源，正如我们在之前的模拟中有机会欣赏到的那样，如果主要是欧姆负载，存在静态过压问题，或者线性，在特定的非线性负载（例如开关电源）的情况下，电压的降低甚至会导致消耗量的增加，事实上，这些负载以恒定功率工作，也就是说，即使电压变化，它们也总是吸收同量的功率，因此电压的降低会导致节点电流的增加，进而导致线路电流的增加，这种电流自然会增加传输电缆上的损耗。

3.2 相位调整

相位调整是指用于提高（或通常所说的改善）给定负载的功率因数（ $\cos \varphi$ ）的任何措施，目的是在吸收相同有功功率的情况下降低设备中的环流值。相位调整的目的首先是减少能源损耗，并根据工业用地现有机器和线路的比例减少视在功率吸收。由于配电公司通过 CIP 电价措施（第 12/1984 号和第 26/1989 号）规定了合同条款，要求用户在支付违约金的情况下对自己的设备进行相位调整，因此，设备的相位调整变得越来越重要。在具有特定用户的电路中，例如白炽灯、热水器、某些类型的烤箱，吸收的视在功率都是有功功率。在用户内部有线圈的电路中，如电机、电焊机、荧光灯的电源、变压器，吸收的视在功率有一部分用于激发磁性电路，因此不作为有功功率使用，而是作为一般称为无功功率的功率使用。从整体能量平衡的角度来看，相位调整会减少电路吸收的无功能量，但并不会直接减少使用的有功能量，也就是说，有功能量的减少通常是由于导体本身的串联阻抗因整体电流降低而使导体上的损耗减少，但实际上并没有真正节省所有的有功能量，因为导体上的损耗降低会导致负载上的压降降低，而在欧姆负载的情况下，这意味着更大的能量损耗。

但很明显，在这种情况下，多余的能量对负载是有利的，除非它发生在静态过电压的情况下。负载的相位调整可以是集中式、分布式或混合式，在第一种情况下，负载上游和发电机下游的整个系统被重新定相，因此在发电机的输出端，成本有所改善，但电路的每个环节并不一定都有改善；在第二种情况下，负载单独重新分段，其效果是发电机下游的整体成本有所改

善；在第三种情况下，前两种混合解决方案。通常，负载的相位调整是通过将无功功率发电机与负载本身并联，且与负载的无功功率反相，从而抵消输出的无功功率来实现的。在正弦波电路中，最简单的无功功率发电机是电容器，因此要在负载上并联一个或多个电容器，以获得成本改善。不过，还有其他技术，如静态补偿器或有源滤波器。

3.3 谐波滤波

电力系统中的谐波滤波通常是通过在电路中插入装置来减少电流中的总谐波失真，从而改善电压的失真效果。适用于这一目的的过滤器主要有2大类：

- 无源滤波器
- 有源滤波器

在第一种情况下，调谐滤波器和电感滤波器之间还有进一步的区分。调谐滤波器是调谐到特定频率的特殊 rlc 滤波器，通常与地相连。在某些情况下，还可以使用带通或高通滤波器，以便为这些频率的干扰创建一个低阻抗的接地通路，并消除干扰的根源。另一方面，线路电感的原理与 LR 低通滤波器相同，事实上，线路电感与下游欧姆电路构成一个低通滤波器，不会让频率远离 50 Hz 的功率通过。这种解决方案自然可以通过降低总谐波失真系数来改善负载情况，但从能量平衡的角度来看

情况保持不变，事实上，干扰在穿过电表后会传导到地面，因此传导到地面的能量仍会计算在内。从负载的角度来看，有源滤波器是并联的电流发生器，它们

注入与失真负载电流相同但相反的电流，以抵消由负载产生的谐波电流。

它们通过调节线路电压工作，对电网状况进行分析，并注入补偿电流，当然，为了正确地注入这些电流，它们需要非常高的开关频率，即最大补偿谐波频率的两倍以上，因此它们需要特别高效和快速的内部器件，IGBT 通常用于能够在所需的开关频率下工作。这自然使得这类装置特别昂贵。此外，从能量平衡的角度来看，情况与无源滤波器类似，根据滤波器的效率，需要吸收等量的电能来补偿干扰。有趣的是，有源滤波器还能改善设备的成本，因为它们还能起到无功能力的发电机的作用。此外，另一个非常有意思的方面是，不同容量的滤波器可以并联插入，并且不会引起电路干扰或谐振风险。

3.4 EMI 滤波器

EMI 滤波器是用于大多数电子装备中的无源滤波器，以使这些设备符合电磁兼容性法规，特别是有关传导发射的法规。从本质上讲，EMI 滤波器是一种低通滤波器，它连接在设备和电源之间的最后一级，以减弱任何电子装置都可能发出的噪声成分。显然，滤波器在电源频率（50-60 Hz）下必须是透明的，以便装置正常工作，同时必须在标准规定的频率范围（150kHz-30MHz）内工作。

3.5 消费者概况

市场上有一系列装置可以对用户的用电情况进行分析，即了解用户在某个有关的时间段内如何用电。当然，这些系统本身不会对用户的功耗产生任何改善，但它们有2个重要的含义可以优化耗电：

- 用户对消耗意识可能带来更多的关注和节省开支。
- 实施分析相关数据并重新处理数据的专家系统可以实现更高效的能源管理并节省大量成本，并在不改变消费习惯的情况下节省大量能源。

4.ANT

4.1 初步考虑因素

在讨论该项目的优点之前，最好对我们在前几章中解决的问题以及当前市场上的解决方案进行一些澄清。

我们随后研究了电压的优化系统，市场上有各种类型，即使实际上它们是简单地降低电源电压的装置，有些是静态的，有些是动态的，尤其在后者之间包括电压稳定器。显然，在这种情况下，电压优化系统可能对节省电能有所帮助，但是我们必须非常注意其运行情况。静态地降低电压肯定不是一个有效的解决方案，因为电压的升高或降低通常取决于负载条件。当然，在这种情况下还必须注意供电线路的状况，因为这可能会造成运行问题或损坏负载本身。实际上过电压或静态欠电压对设备的影响可能是正的，也可能是负的，这取决于我们处理的是可变功率负载还是恒功率负载（供电-非线性），为此不可能提前预测正确的操作模式。

然后，我们研究了相位调整和滤波系统，在这种情况下，从设备的能源和安全角度也需要做出许多澄清。特别是，假设我们面对的是一个主要是欧姆-感性负载并存在静态过电压的情况，在这种情况下，根据负载的功率因数，发电机和负载之间会产生一定值的电压降，该电压降可能会使负载达到标称电压值，引入相位调整和滤波系统的好处是可以提高功率因数，从而降低电路串联支路中的环流，进而提高负载的有效电压。最后一个方面通常会转化为更大的有功能量浪费，具体取决于线路阻抗和负载阻抗之间的比率。同样的情况适用，正如我们从模拟中所见，关于谐波对电流和电压的贡献，这一

情况被加剧和恶化，因为在谐波干扰存在的情况下，负载和整个设备的安全问题也会随之而来。

ANT 项目的诞生正是由于需要将考虑的各种技术的积极影响融合到一个产品中。该产品真正的新颖之处和最重要的附加值恰恰在于其动态负载管理方法，特别是该装置能够从供电和负载两方面对所连接的电网进行即时分析，无论是在供电还是负载方面，都能在任何工作配置下以最佳方式供电负载。该设备能够分析网络参数，无论电压还是电流频谱的精确度均为 0,1%，通过分析负载的排放水平，它能够了解电网的内部组成，并通过推理解释各个阻抗的起的作用，特别是负载阻抗与传输和天线的阻抗之间的差异，从而使装备能够优化向负载阻抗的功率传输，最大限度地减少传输和无源元件的损耗。

ANT 项目的创立是为了满足日益增长的需求，即优化任何发电机与其连接的负载网络之间的电力传输。

在这个领域，优化指的是一系列措施，旨在改善设备输入的电能质量，并抵消由负载插入所带来的负面影响，正如我们从分析模拟中所见到的那样。

需要指出的是，就目前的系统构成而言，并不存在相同的替代解决方案，但有一些替代产品接近于建议的解决方案。

4.2 当前项目/装置描述

用于使用户电路的阻抗适应发电机阻抗的系统，以提高设备的效率、保护装置并节省能源。

一旦该装置与电网连接，能够分析所有电网运行参数，包括外部电能质量和内部干扰因素。它能够衰减干扰，并利用其能量优化电压和内部电流的流动。此外，它能够平衡相位和供电电压上的负载特性，因此也能够平衡3条电流和相位的3条电流。工作配置文件完全可配置和可远程管理，网络分析数据也是如此。

该产品包括称为 ANT 2.1 版的基本改进版、TG 改进版，包括上文所述的设备遥控功能，以及 TL改进版，包括上文所述的遥控读取功能。

该装置应连接到设备中，无论是家用还是商用，都应在电表的下游和主要配电线路的入口处。一旦连接到电路，能够计算由电表看到的电路阻抗，并优化该阻抗，并改善电表与系统之间的能量传输，从而有效减少设备因使用设备本身以外的因素而耗散的能量。此外，相对于输入线路，该装置还能起到电能质量优化器的作用。电能质量的特性是电网将电能有效地传输给用户并尽可能消除浪费。

远程管理

遥控装置包括所有基本功能，还可以完全远程管理所有已安装的装备。远程管理装置对于改进其运行参数非常重要，因为可以根据运行期间的标准运行情况远程重新配置每个单独的装置。此外，通过远程管理，可以随时从自己的办公室全面了解装置的运行状况，如果您在办公室进行干预，则可以通过断开设备本身与其所连接的系统的连接来绕过每个设备。此外，如果装置上发生任何异常，则有可能收到已发生异常类型的通知，如果有任何部件内部损坏，就可以提前知道需要更换哪个部件，从而提供更精确、更高效的服务，当然也可以直接联系客户，告知他们发生了故障并正在提供服务。

监测

当然，该产品还配有一个内部传感器网络，可验证所有单个内部组件的功能，以监控装置的所有运行参数，因此能够立即了解系统中是否存在任何异常或故障，并向服务部门指出所遇到的问题和可能采用的解决方案，以便及时解决问题。

软件

从架构角度来看远程管理的产品，它由一个中央专用服务器组成，该服务器与所有装置进行通信，从而使所有连接设备的情况和运行参数始终一目了然。此外，该公司方面还提供访问软件和随时核实所有装置的状态，还

可以通过同一软件更改每个装置的配置，必要时断开其与设备的连接，所有操作都简单快捷。此外，还可以向其他为单个区域提供服务的用户提供专用软件，以便他们有机会管理自己区域内的所有设备。当然，在每种情况下，公司和服务提供商都会收到有关装置可能出现故障的通知，可能还会收到需要处理的服务单。

远程读取

远程读取产品包括远程管理产品的所有功能，还可以提供所有用户消费相关数据，所有这些都在一个简单而实用的平台上完成。远程读取功能可供公司使用，另外公司可以自行决定将这些功能提供给服务网络，但最重要的是，这些功能可以提供给拥有装置的个人用户。

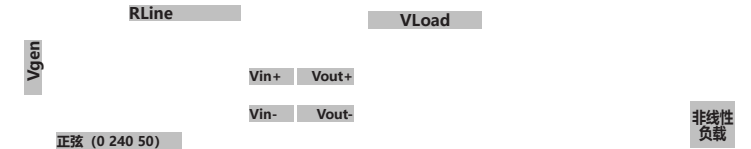
用户可以通过公司网站、智能手机和平板电脑，使用简单直观的唯一界面方便地访问自己的消费者档案。好消息是，由于该系统不仅可以监控电力消耗，还可以监控水和天然气的消耗，甚至可以管理物业中任何可再生能源系统的生产数据，如光伏发电、小型风力发电、太阳能热发电和其他设备。

4.2 设计和模拟数据

现在让我们来看看该系统如何与电力设备互动，模拟一次实际情况，即存在静态过电压现象、相位偏移和非线性负载的情况。在这种情况下，从图中可以看出，我们没有考虑供电线路的非线性，即没有考虑来自外部的干扰，而只考虑内部线路产生的干扰：



发电机输出功率: 1094 W
负载吸收的功率: 738 W



发电机输出功率: 843 W
负载吸收的功率: 756 W

负载电源电压 (VLoad) 的谐波分析:

由此产生的波形:

无ANT:

总谐波失真: 3.479955%

带ANT

总谐波失真: 3.479955%

ANT 插入效应

	无ANT	带ANT
电源电压:	240V	240V
线路电流:	10A	5A
功率因数:	0.64	0.99
总谐波失真:	3.5%	0.01%
发电机输出的有功功率:	1094 W	843 W
负载上耗散的有功功率:	738 W	756 W

考虑因素

- 在没有系统插入的情况下，发电机分配的有功功率超过 18%；
- 系统启动后，负载效率约为 3%
- 当装备插入时，负载上电压的总谐波失真可以忽略不计，否则大约是3.5%。这样，系统（50 Hz）的负荷优化超过 3%。
- 电路的功率因数大幅提高，接近允许的最高效率。
- 系统插入后，循环电流减少约 50%，因此电缆损耗明显降低。

» 拼写为 ESE,
读作 EASY, 容易
如何节约能源。

» **发现**
ESE世界
和所有机会
为您的业务服务!

注册地址

Corso Giuseppe Garibaldi 86
20121 - 米兰 (MI) 意大利

行政总部

Via San Martino, 87
Parco dei Ciliegi
82016 Montesarchio (BN) 意大利

info@ese.energy
技术援助
service@ese.
energyC.F. e P.I.:

经济行政管理目
录: MI2061570

关注我们

扫描 qr 码
和发现 **ESE.ENERGY**