

[12]发明专利说明书

[21] ZL 专利号 95105174.1

[45]授权公告日 2002年5月8日

[11]授权公告号 CN 1084561C

[22]申请日 1995.4.28 [24]颁证日 2002.5.8

[21]申请号 95105174.1

[30]优先权

[32]1994.5.3 [33]US [31]237,528

[73]专利权人 摩托罗拉公司

地址 美国伊利诺斯

[72]发明人 理查德·E·赫斯特

斯科特·K·巴德

[56]参考文献

US - A - 4652699 1987. 3. 24 H04M1/70

US - A - 4790009 1988. 12. 6 H04K1/02

审查员 郭凤麟

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所

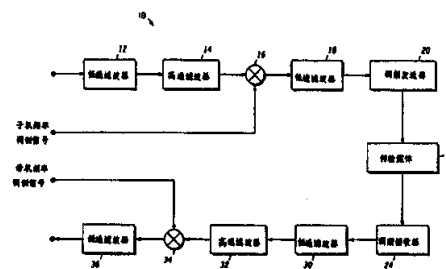
代理人 杨国旭

权利要求书 2 页 说明书 10 页 附图页数 2 页

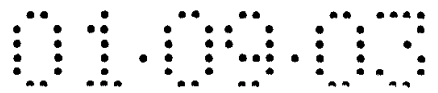
[54]发明名称 含集成高通滤波器的频率倒置扰频器

[57]摘要

无绳电话中的频率倒置扰频器利用位于第一级低通滤波器和调制器之间的集成高通滤波器来降低滤波器的阶数,同时保持音频信号低的群时延。第一级低通滤波器和高通滤波器从滤波后的音频信号中去除高频分量及任何 DC 偏移。调制器将滤波后的信号频谱转换成和差频率。第二级低通滤波器去除频谱的高端,使所得的频谱倒置,以防止的传输被窃听。母机中的另一个倒置电路将频谱重新倒置回原始状态,由电话线路传输出去。



ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种在一个集成电路中进行频率倒置扰频的方法，其特征在于以下步骤：

将音频输入信号进行低通滤波，以提供第一滤波信号；

将所述第一滤波信号进行高通滤波，以提供第二滤波信号；

将所述高通滤波自动调零以消除内 DC 偏移；

将所述第二滤波信号与第一调制信号混频以提供第一混频滤波信号；和

将所述第一混频滤波信号进行低通滤波以提供频率倒置的音频信号。

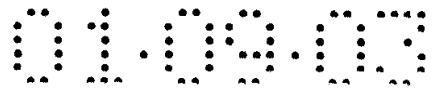
2. 根据权利要求 1 所述的方法，还包括经一个 RF 链路将所述频率倒置的音频信号作为 RF 频率倒置的音频信号发送的步骤。

3. 一种无绳电话，包括一个子机，其中的一个集成频率倒置扰频器电路与一个 FM 发送器一同使用，其特征在于：

一个第一低通滤波器（12），它具有一个用来接收音频输入信号的输入端；

一个第一高通滤波器（14），它具有一个连接到所述第一低通滤波器输出端的输入端，所述第一高通滤波器包括一个自动调零以消除所述第一高通滤波器中的内 DC 偏移；

一个第一调制解调器（16），它具有第一及第二输入端和



一个输出端，所述第一输入端连接到所述第一高通滤波器的输出端，所述第二输入端用来接收第一调制信号；

一个第二低通滤波器（18），它具有一个连接到所述第一调制器的所述输出端的输入端，并具有一个提供频率倒置的音频信号的输出端；其中

FM 发送器（20）具有一个连接到所述第二低通滤波器的所述输出端的输入端，并具有一个发送 RF 频率倒置的音频信号的输出端。

4. 根据权利要求 3 所述的无绳电话，还包括一个具有一个 FM 接收器（24）的母机，该 FM 接收器具有一个用来接收所述 RF 频率倒置的音频信号的输入端。

5. 根据权利要求 4 所述的无绳电话，母机还包括一个第二集成频率倒置扰频率电话，其特征在于

第二低通滤波器，它具有一个用来接收所述 FM 频率倒置音频输入信号的输入端；

第二高通滤波器，它具有一个连接到所述第三低通滤波器输出端的输入端，所述第二高通滤波器包括一个自动调零以消除所述第一高通滤波器中内 DC 偏移；

第二调制器，它具有第一及第二输入端和一个输出端，所述第一输入端连接到所述第二高通滤波器的输出端，所述第二输入端用来接收第二调制信号；和

第四低通滤波器，它具有一个连接到所述第一调制器的所述输出端的输入端，并具有一个提供第二频率倒置的音频信号的输出端。

说 明 书

含集成高通滤波器的频率倒置扰频器

本发明通常涉及无绳电话系统，特别涉及无绳电话中的频率倒置扰频器。

无绳电话由于具有用户在通话期间能随便离开母机(*base unit*)一段距离的便利性而广泛地应用于家用和商用环境中。用户对子机的话筒说话，语音数据通过射频(*RF*)链路发送到母机。母机经硬线(*hard-wire*)电话线路将语音数据传送到另一端的用户方。来自另一方的语音数据同样由母机接收并通过*RF*链路发送到手机，从而实现双向通话。

许多无绳电话的一个共同的问题是在通话中缺乏安全性和保密性。非用户方可能接收到同一*RF*通信链路，例如通过附近的另一个无绳电话或其它*RF*接收器，并听到私人的通话。在早先的技术中，频率倒置扰频器已用来对经*RF*链路发送的语音数据进行扰频，以增加电话通话的保密性。简而言之，频率倒置扰频器将发送的频谱倒置，以使有标准无绳电话的非用户方不能理解这个通话。子机的母机将频谱再次倒置以将语音数据解扰回其原始状态，再经

电话线路传输出去。

频率倒置扰频器的一种现有技术的实现例含有一个接收音频信号的低通滤波器和一个位于该低通滤波器和一个调制器之间的串联电容。该串联电容按适当调制的要求阻塞音频信号中的任何直流(DC)偏移。该调制产生关于调制频率的和差频率。调制的音频在传输到母机前再经低通滤波去除调制频率及更高的频率。剩余的频谱相对于原始音频信号进行倒置,因而不能为标准的无绳电话所理解。母机包括一个同样的低通滤波器和接至调制器的串联电容,以将频谱去倒置到其原始状态。另一个连接到调制器输出端的低通滤波器去除调制频率和更高的频率,并提供在常规电话线路上传输和基带语音数据。

频率倒置扰频器中的低通滤波器一般是高阶的,比如说 10 到 14 阶,以提供适当的频率响应。为了隔离倒置的频谱,调制器后的低通滤波器应为高阶,以抑制调制频率和更高的频率。遗憾的是,较高阶的滤波器还往往使通过滤波器的群时延增大,这会降低语音质量。使调制频率远离基带并使用一个较低阶的低通滤波器是不实际的,因为低频的语音数据会因受限的频率工作带宽而丢失。另外,串联电容要足够大这样就要求外部的放置位置和相关的集成电路(IC)管脚。

因此,对含有较低阶滤波器的频率倒置扰频器存在一种要求:在保持对调制频率和更高频率的充分抑制的同时降低群时延。

图 1 是说明频率倒置扰频器的框图；且

图 2—7 是在解释图 1 时所要用的波形曲线图。

从图 1 可见，一个用于无绳电话的频率倒置扰频器电路 10 被示出。频率倒置扰频器 10 包括接收无绳电话子机话筒(未示出)产生的作为音频数据的模拟输入信号 $TX\ IN$ 的低通滤波器 12。低通滤波器 12 和输出端连接到高通滤波器 14 的输入端。高通滤波器 14 的输出端连接到调制器 16 的第一输入端。调制器 16 的第二输入端接收一个工作于 3.96KHZ 的频率调制信号。调制器 16 的输出端连接到低通滤波器 18 的输入端。低通滤波器 18 的输出端连接到调频(FM)发送器 20 的输入端，该调频发送器通过传输媒介 22，如波(airways)，将通常为 46 至 49MHz 的调制的 RF 信号发送至无绳电话母机的 FM 接收器 24。 FM 接收器 24 的解调输出端连接到低通滤波器 30 的输入端。低通滤波器 30 的输出端连接到高通滤波器 32 的输入端。高通滤波器 32 的输出端连接到调制器 34 的第一输入端。调制器 34 的第二输入端接收一个同样工作于 3.96KHZ 的频率调制信号。调制器 34 的输出端连接到低通滤波器 36 的输入端。低通滤波器 36 的输出端为 $RX\ OUT$ 提供输出语音数据，输出语音数据经常规的插塞(TIP)和振铃电话线路(未示出)传送出去。

频率倒置扰频器 10 的功能是对发送的音频信号进行扰频，使之不被操纵其它无绳电话、小型监听器、 RF 扫描器或其它任何工

作于与该无绳电话相同频率范围的 FM 接收器所理解。在多数应用中,无绳电话使用两个频率倒置扰频器,一个在子机中,一个在母机中。低通滤波器 12、高通滤波器 14、调制器 16、低通滤波器 18 和 FM 发送器 20 是无绳电话子机发送端的组成部分。FM 接收器 24、低通滤波器 30、高通滤波器 32、调制器 34 和低通滤波器 36 是无绳电话母机接收端的组成部分。可见,无绳电话母机的发送端和子机的接收端还再需要一个频率倒置扰频器,即从电话线通过母机到子机的听筒。

频率倒置扰频器 10 的工作如下进行。假设子机的用户在电话通话期间对着话筒说话。音频带宽内约 0.3 到 3.3KHZ 的语音信号声耦接至话筒,由其辅助电路放大后作为 TX IN 施加于低通滤波器 12 的输入端。TX IN 信号经过低通滤波器 12,在其中高于音频带宽的频率被衰减。低通滤波器 12 是一个四阶椭圆开关电容滤波器,转角频率(Corner frequency)为 3.5KHZ。转角频率决定 RX OUT 的末级频率响应的高频转角(corner),并选择为稍高于 3.3KHZ,以避免因处理偏差而消除任何有用的频谱。低通滤波器 12 的转角频率应从调制频率中充分地去除,这样无需使用大量可能增加群时延并降低语音质量的极点(Poles)就可使调制信号衰减。低通滤波器 12 在其通带内的波动为 0.4dB,阻带的衰减为 30dB。通过低通滤波器 12 的群时延是 0.12ms。低通滤波器 12 可以差分或单端形式实现,低通滤波器 12 的电压增益(A_v)对差分形式为 2,

对单端形式为 1。一个工作于 165.16KHZ 的时钟信号控制开关电容(未示出)。构造一个四阶低通椭圆开关电容滤波器的细节由上述说明来确定。

作为本发明的一部分,低通滤波器 12 输出端的低通滤波后的信号施加于集成的高通滤波器 14 上。在本实施例中,高通滤波器 14 是一个转角频率为 165HZ 的集成二阶契比舍夫开关电容滤波器。高通滤波器 14 的转角频率设置在最低的理想低频响应以下,以降低音频带宽内的群时延。高通滤波器 14 在其通带内的波动为 0.4dB,群时延为 0.03ms,对差分 and 单端应用均为 $A_v=1$ 。一个工作于 23.59KHZ 的时钟信号控制开关电容。高通滤波器 14 将低频衰减到低于音频范围以下,并阻止音频信号中的任何 DC 偏移。高通滤波器 14 包括一个自动回零(auto-zero)特性,以降低任何内部 DC 偏移。通过使用一个集成的高通滤波器,省去了现有技术中通常使用的两个 IC 管脚和一个外部电容。构造一个集成二阶高通契比舍夫开关电容滤波器的细节由上述说明来确定。

图 2 介绍了高通滤波器 14 的输出端的音频信号频谱。高于 3.5KHZ 和低于 165HZ 的频率如上所述被衰减。负频谱代表正频率音频信号的镜像。

高通滤波器 14 输出的滤波后的信号施加于双平衡调制器 16,在其中它与一个稍大于基带频谱高频转角的调制频率混频。在本例中,调制频率是 3.96KHZ。调制器 18 将滤波后的输入信号的频

谱转换成等于调制频率与滤波后输入到调制器的信号的频率相加和减所得的频率。调制器 18 通常具有 $2/\pi$ 的电压增益。图 3 说明了由低通滤波器 12 和交通滤波器 14 所限定的频谱中所有频率混频的响应。7.46KHZ 的转折点 (*break*) 来自 $3.96\text{KHZ} + 3.5\text{KHZ}$, 而 460HZ 的转折点则由 $3.96\text{KHZ} - 3.5\text{KHZ}$ 而得。

调制器 16 的输出施加于低通滤波器 18。低通滤波器 18 的转角频率由末级响应 *RX OUT* 的理想低频转角确定, 其中低频转角为调制频率和低通滤波器 18 的转角频率之差, 如 $3.96\text{KHZ} - 3.7\text{KHZ}$ 。结果, 低通滤波器 18 的转角频率可设置在比低通滤波器 12 更高的跟踪频率上, 以优化低频性能达到而对群时延又不产生不利影响。

在本实施例中, 低通滤波器 18 是一个转角频率为 3.7KHZ 的六阶椭圆开关电容滤波器。低通滤波器 18 在其通带内的波动为 0.6dB, 阻带内的衰减为 50dB。通过低通滤波器 18 的群时延是 0.175ms 且 $A_v = \pi/2$ 以抵消调制器 16 的 $2/\pi$ 的电压增益。一个工作于 165.16KHZ 的时钟信号控制开关电容。构造一个六阶低通椭圆开关电容滤波器的细节由上述说明来确定。

图 4 示出了低通滤波器 18 的输出端所得到的频谱。注意该频谱是音频输入信号 *TX IN* 处频谱的反像。频率倒置扰频信号是利用常规技术调频至 *RF* 的, 且由子机中的 *FM* 发送器 20 经由传输媒介 22 发送出去, 并被母机中的 *FM* 接收器 24 所接收。任何操纵

附近的标准无绳电话或其它 RF 接收器的非用户方，将不能理解频率倒置后的音频信号。通话因此得以维持保密。

母机所接收到的频率倒置扰频信号首先由 FM 接收器 24 解调回基带。母机中低通滤波器 30、高通滤波器 32、调制器 34 和低通滤波器 36 的功能是通过实施另一次频率倒置将音频信号去倒置，还原为其原始状态，以通过电话线路传输出去。

低通滤波器 30 是一个转角频率等于 3.7KHZ 的二阶椭圆开关电容滤波器。低通滤波器 30 衰减 3.7KHZ 以上的频率，以消除任何在传输期间引入的高频，同时使附加的群时延减至最小。低通滤波器 30 在其通带内的波动为 0.6dB，阻带内的衰减为 22dB。通过低通滤波器 30 的群时延是 0.04ms，且对于差分应用 $A_v=2$ ，对于单端应用 $A_v=1$ 。一个工作于 165.16KHZ 的时钟信号控制开关电容。构造一个二阶低通椭圆开关电容滤波器的细节由上述说明来确定。

作为本发明的另一部分，低通滤波器 30 输出端的低通滤波后的信号施加于集成高通滤波器 32。在本实施例中，高通滤波器 32 是一个转角频率为 165HZ 的集成二阶契比舍夫开关电容滤波器。高通滤波器 32 的转角频率设置在低于最低理想低频响应(260HZ)的转角频率上，以降低音频带宽内的群时延。高通滤波器 32 在其通带内的波动为 0.4dB，群时延为 0.03ms，且 $A_v=1$ 。一个工作于 23.59KHZ 的时钟信号控制开关电容。高通滤波器 32 衰减低于音

频范围的低频并阻止音频信号中的任何 DC 偏移。高通滤波器 32 包括一个自动回零特性以降低任何内部 DC 偏移,这是众所周知的。通过使用一个集成高通滤波器,省去了现有技术中通常使用的两个 IC 管脚以及一个外部耦合电容。构造一个集成二阶高通契比舍夫开关电容滤波器的细节由上述说明来确定。

图 5 说明了低通滤波器 30 的输出端的频谱,它与低通滤波器 18 的输出端的频谱相似。3.7KHZ 以上和 460HZ 以下的频率如上所述被衰减。

高通滤波器 32 输出的滤波后的信号施加于双平衡调制器 34,在其中它与一个稍大于基带频谱的高频转角的调制频率混频。在本例中,调制频率是 3.96KHZ。调制器 34 将滤波后的输入信号的频谱转换为等于调制频率与滤波后输入调制器的信号频率相加和相减所得的频率。调制器 34 的电压增益一般为 $2/\pi$ 。图 6 说明了由低通滤波器 30 和高通滤波器 32 所限定的频谱中所有频率混频的响应。注意频谱的较低的转角已由调制频率和低通滤波器 18 和 30 的转角频率之差来确定。7.66KHZ 的转折点来自 $3.96\text{KHZ}+3.7\text{KHZ}$,而 260HZ 的转折点则由 $3.96\text{KHZ}-3.7\text{KHZ}$ 而得。

调制器 34 的输出施加于低通滤波器 36。低通滤波器 36 的转角频率决定末级频率响应的高频转角,并选择为稍高于 3.3KHZ,以避免由于处理的偏差而消除任何有用的频谱。低通滤波器 36 的转角频率应从调制频率中充分地消除,以充分抑制调制频率,同时

通过避免不必要的长的群延时来保持语音质量。

在本实施例中，低通滤波器 36 是一个转角频率为 3.5KHZ 的八阶椭圆开关电容滤波器，它用来规定末极频率响应 RX OUT 的上转角。低通滤波器 36 去除任何调制频率、基带频率或交调产物损坏(breakthrough)并因此提高语音质量。低通滤波器 36 在其通带内的波动为 0.6dB,阻带内的衰减为 50dB。通过低通滤波器 18 的群时延是 0.25ms 且 $A_v = \pi/2$ 以抵消调制器 34 的电压增益。在调制频率 3.96KHZ 的频率响应中设置一个零点(Zero)以进一步衰减调制频率。一个工作于 165.16KHZ 的时钟信号控制开关电容。构造一个八阶低通椭圆开关电容滤波器的细节由上述说明来确定。

图 7 示出了低通滤波器 36 的输出端所得到的频谱。注意频谱已被重新转换回其原始形式。音频信号 RX OUT 经由普通电话线路传输出去。母机的发送端和子机的接收端还再需要一个频率倒置扰频器来完成双向保密的通信。

至此可见，已提供了一种具有第一级低通滤波器和调制器之间的集成高通滤波器的频率倒置扰频器。具有高通滤波器的频率倒置扰频器在使用较低阶的低通滤波器的同时，通过降低群时延来提高语音质量。此外，高通滤波器的集成化特性减小了模片的尺寸并省去了在现有技术中常用的外部电容和相关 IC 管脚。

尽管已示出和描述了本发明的特定实施例，但本领域的技术

人员也可进行更多的修改和改进。应当理解,本发明并不局限于所示的具体形式,所附的权利要求意在覆盖所有不偏离本发明的精神和范围的修改。

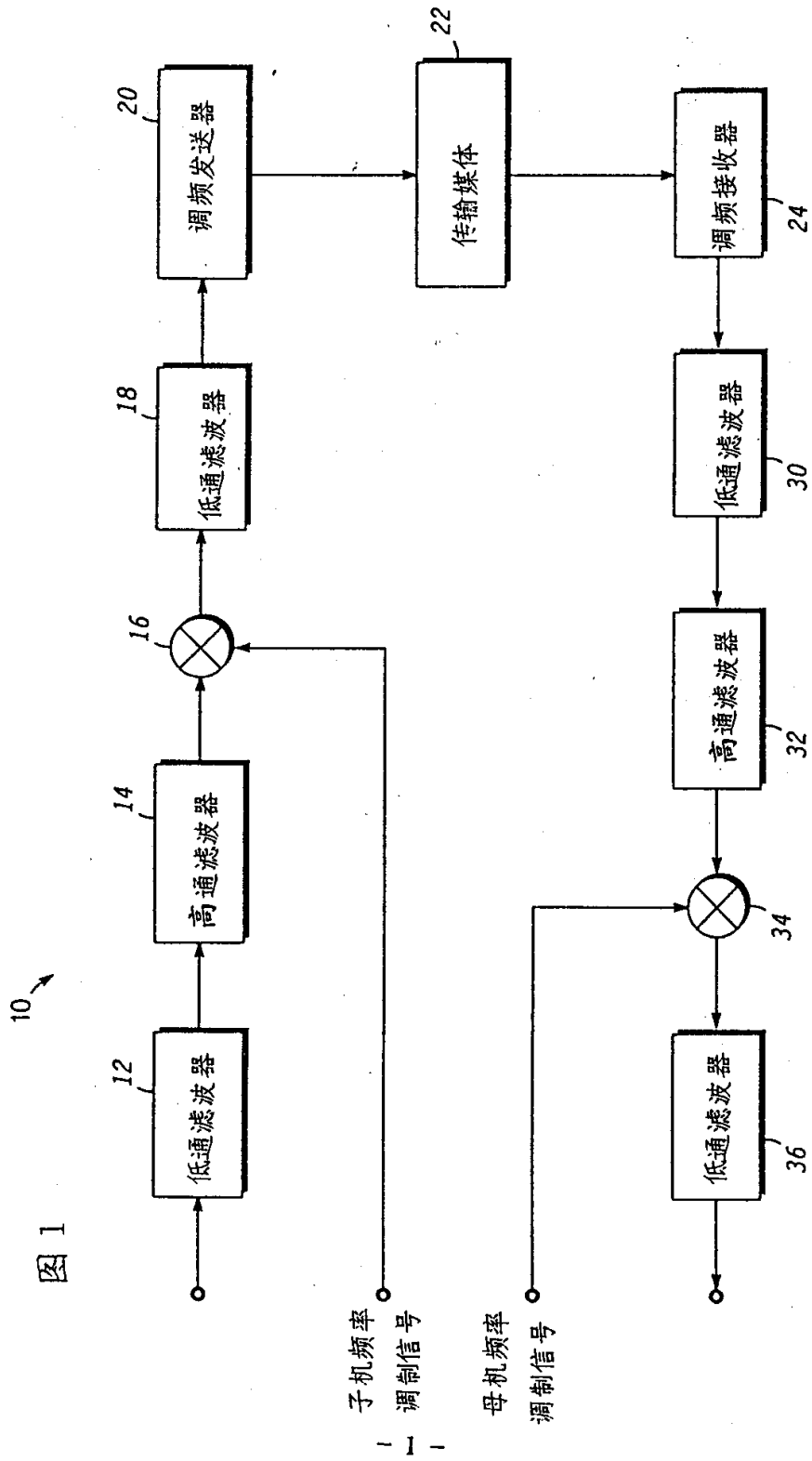


图 2

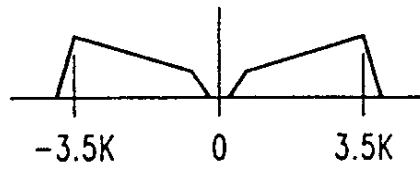


图 3

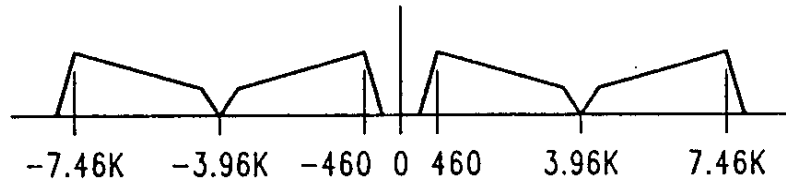


图 4

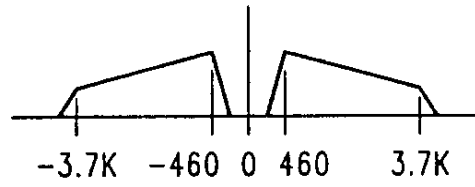


图 5

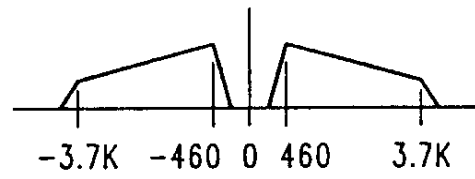


图 6

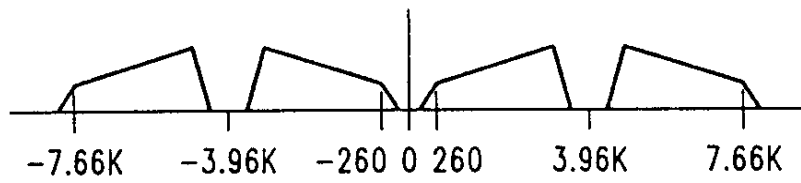


图 7

