



中等專業學校教學用書

電 報 學

上 冊

П. А. 納烏莫夫, В. В. 諾維柯夫 著
Д. Н. 波波夫, А. И. 粹其卡洛

高 等 教 育 出 版 社

中等專業學校教學用書



電 報 學

上 冊

П. А. 納烏莫夫, В. В. 諾維柯夫 著
Д. Н. 波波夫, А. И. 粹其卡洛
沈 承 弼 譯

高 等 教 育 出 版 社

本書係根據蘇聯國立電訊書籍出版社 (Государственное издательство литературы по вопросам связи и радио) 出版的 П. А. 納烏莫夫 (П. А. Наумов)、В. В. 諾維柯夫 (В. В. Новиков)、Д. Н. 波波夫 (Д. Н. Попов) 和 А. И. 粹其卡洛 (А. И. Цыгикало) 合著的“電報學” (Телеграфия) 1948 年版譯出的。原書經蘇聯郵電部教育司審定作為中等電訊技術學校的教科書。

本書中譯本分上下兩冊出版。

電 報 學

上 冊

П. А. 納烏莫夫等著

沈 承 弼 譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠一七〇號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

商務印書館上海廠印刷 新華書店總經售

書號 15010·169 開本 850×1168 1/32 印張 8 12/16 插頁 4 字數 213,000

一九五四年十月上海第一版

一九五六年七月上海第二次印刷

印數 1,801—2,800

定價(10) ¥ 1.60

序

電報是電訊的主要形式之一。在蘇聯，電報的意義更是特別重大。管理和保衛國土的任務、各蘇維埃共和國間的緊密聯繫的必要性、我們祖國的勞動人民的文化的不斷成長都要求電報可靠地工作。因之所有的通訊專家們都必須具有電報學的基本知識。尤其是在電報局中工作的技術人員更是必須具有這種知識。

與電話通訊相比較，電報具有兩大優點——它保證迅速地傳遞書面的消息和更經濟地使用導線和訊路。在電報通訊中，使用單導線的鋼導線或狹頻帶的訊路以代替電話通訊所必需的雙導線的銅線回路或寬頻帶的訊路；在一路電話訊路中可容納 12—18 路狹頻帶的電報訊路。電報也更完全地使用着無線電訊路，它以極高的速度傳送着消息。

在斯大林五年計劃的年代中，蘇聯的電報通訊獲得了巨大的發展。它在戰後的斯大林五年計劃中所獲得的發展更是特別的大。在廣泛地採用新的、最完善的系統的電報機、增加電報局的能力、提高電報通訊網的靈活性等方面正進行着很多的工作。所有這些都要求準備大量的專家，尤其是中等技術人員。

新的電報機系統的發展、載波電報通訊和用戶電報通訊的付諸實施和斯達哈諾夫式的勞動方法的廣泛採用都要求提高工程技術人員在電報學方面的培養質量。

本教科書是專為中等通訊技術學校用的。新技術的基礎在本書中佔着很重要的地位（第九章、第十一章、第十二章、第十四章、第十五章和第十六章），也詳細地討論了有關調整雙工平衡和決定電報機的改正能力值等問題。

緒論、第三章、第七章和第一節、第七節中的 2、第八節、第十二節和第四十一節是由 П. А. 納烏莫夫 (П. А. Наумов) 寫的，第九章、第十

章、第十二章、第十三章、第十四章、第十五章、第十六章和附錄是由 В. В. 諾維柯夫 (В. В. НОВИКОВ) 寫的，第二章和第四章是由 Д. Н. 波波夫 (Д. Н. ПОПОВ) 寫的，第一章、第五章、第六章、第八章、第十一章和第十七章是由 А. И. 粹其卡洛 (А. И. ЦЫГИКАЛО) 寫的。本書由 П. А. 納烏莫夫擔任總編輯。

所有有關本教科書的意見均請寄交郵電部教育司或通訊出版社 (莫斯科，基洛夫街 40 號)。

上 冊 目 錄

序

緒論	1
----------	---

第一章 電報電磁鐵和繼電器。局部回路和線路回路	10
-------------------------------	----

第一節 無極電磁鐵	10
-----------------	----

第二節 電報繼電器	12
-----------------	----

第三節 繼電器的測試	22
------------------	----

第四節 具有輔助繞組的繼電器	28
----------------------	----

第五節 最新式構造的繼電器	31
---------------------	----

第六節 繼電器的技術維護和它的使用條件	34
---------------------------	----

第七節 電報機的局部回路	36
--------------------	----

1. 具有電感的回路	36
------------------	----

2. 具有電容的回路	38
------------------	----

3. 馬克斯威爾地氣	42
------------------	----

4. 火花消除回路	43
-----------------	----

第八節 電報機的線路回路	45
--------------------	----

第二章 莫爾斯電碼的電報機	52
---------------------	----

第九節 莫爾斯電報機	52
------------------	----

1. 電報機的工作原理	52
-------------------	----

2. 電磁鐵	54
--------------	----

3. 印桿	56
-------------	----

4. 鐘機	58
-------------	----

5. 發條盤	62
--------------	----

6. 莫爾斯電鍵	65
----------------	----

第十節 使用莫爾斯電報機的通報方法	65
-------------------------	----

1. 經常電流制	66
----------------	----

2. 工作電流制	67
----------------	----

3. 經常電流制和工作電流制的比較	68
-------------------------	----

4. 莫爾斯電報機的輔助器件	69
----------------------	----

5. 莫爾斯局的全圖	72
------------------	----

第十一節 音響器	73
第十二節 使用莫爾斯電碼的自動化電報機	74
第三章 雙工電報通訊	79
第十三節 雙工制的原理	79
第十四節 雙工制中電流值和平衡線路的參數的計算	83
第十五節 平衡線路	88
第十六節 調整平衡的方法和儀表	90
第十七節 電鍵和波紋機	93
第四章 波多電報機	95
第十八節 簡述	95
第十九節 波多電碼	96
第二十節 波多電報機的主要部分	98
1. 分配器	99
2. 分配器的原動機構	102
3. 鍵盤	112
4. 收報器	118
第二十一節 波多電報機的局部同步	139
1. 摩擦調節器	140
2. 制動電磁鐵	141
3. 局部同步的回路圖	143
第二十二節 二路波多單工電報機的原理圖	145
第二十三節 波多電報機中的校正	149
1. 按照波多校正法的校正	150
2. 校正機構	152
3. 校正的建立	154
4. 作用點的求法	155
第二十四節 二路波多單工電報機工作時電流的延遲	156
第二十五節 二路波多單工電報機的構成和全圖	159
第二十六節 波多電報機組在工作前的準備。電刷的按裝	163
第二十七節 二路波多單工電報機的運行數據	167
第五章 波多雙工電報機	168
第二十八節 簡述	168
第二十九節 原理圖	170

第三十節 二路波多雙工電報機的回路圖	173
第三十一節 波多雙工電報機中的校正	175
第三十二節 雙工通訊中的延遲	177
第三十三節 線路回路和局部回路中的電流值	179
第三十四節 裝用二路波多雙工電報機的通訊的運用上的技術維護, 電刷的按裝	180
第三十五節 用環接法檢查二路波多雙工電報機, 接入線路	181
第三十六節 三路和四路波多雙工電報機	183
第六章 波多轉發機	186
第三十七節 簡述	186
第三十八節 工作原理	186
第三十九節 在轉發機上轉發電報信號的方法	188
第四十節 雙軸的轉發機	193
第四十一節 波多電報機的改正能力	196
1. 單盤的系統	197
2. 雙盤的系統	199
第七章 電報幫電機	204
第四十二節 直達通報的極限	204
第四十三節 單工幫電機	204
第四十四節 雙工幫電機	206
第四十五節 JT-44 型幫電機	211
第四十六節 雙工通訊中訊號的失真	214
1. 極的偏	214
2. 平衡的偏	215
3. 由於繼電器的銜鐵不按照發報器運動而引起的失真	216
4. 局部的(燈泡的)偏	217
5. 由於鄰近導線的影響而引起的失真	218
6. 混合的偏	218
第四十七節 幫電機和雙工通訊的技術維護	219
1. 簡述	219
2. 尋找平衡不準確的幫電機	221
3. 干擾電平的量測	222
第四十八節 特殊的雙工回路圖	223
第八章 同步電報機用的再生幫電機	225

第四十九節 簡述	225
第五十節 具有振動器的再生幫電機	225
1. 幫電機的構造	225
2. 收發報回路圖	226
3. 校正回路圖	231
第五十一節 再生幫電機的運用上的技術維護	235
1. 幫電機的調整	235
2. 校正效應的測定	238
3. 再生器的改正能力的測定	239
4. 再生幫電機由再生的回路圖改接成簡單的回路圖	241
5. 用環接法檢查再生幫電機	243
6. 幫電機的總回路圖	243
第九章 九路波多電報機	245
第五十二節 簡述和電報機的構造	245
1. 發報	248
2. 收報	253
3. 同步的建立	258
4. 校正訊號和點的發送	261
第五十三節 九路波多電報機的維護	261
1. 電刷的安裝	261
2. 以環接法檢查電報機組	262
3. 在有線的訊路上工作	263
4. 以無線電工作	265
5. 九路波多電報機中可能發生的故障	269
俄中人名、名詞對照表	270

緒 論

電報發展簡史 電報是最古老的一種電的通訊。同時電報學與其它的技術科目比較，卻又是很年輕的技術科目。第一個實際可行的和便利的電報機系統的發明距今不過一百多年。在這以前，曾有過若干種快速傳遞消息的方法，但是它們都十分不完善。其中有，例如，聲和光的通信號的方法（鼓、烽火、旗、信號機電報等）、信鴿等。

在本教科書中，祇討論使我們能夠迅速地傳送書面消息至任意遠距離的電報通訊各種方法。

最早的實際可行的具有磁針（電流計）的電報是在俄國由 П. Л. 許林格（П. Л. Шиллинг）於 1832 年發明的。這種電報共需八根導線；六根導線各接至一電流計以接收字母和符號，第七根導線係用以發送呼叫訊號（信號鈴）和第八根導線的用途為回路的公共回線。以後曾作成了較簡單的祇需兩根導線的系統。在許林格的電報機中，每一字母或符號都是用電流訊號的組合發送的，這些電流訊號的組合操縱着一些電流計。許林格的發明大大地超過了外國的電報技術水平（例如，安培在 1837 年所設計的電報機發送每一字母和數字均各需一單獨的導線）。許林格首先創造均勻的六單位電碼、發報用的鍵盤和雙流的電報通訊制，並首先使用在自己的電報機中。1836 年，許林格得到了英國政府的請求，要求他出賣他的發明；但是，他拒絕了這個請求，並希望他所發明的電報首先在俄國應用。

第一條長距離的電報線路的建造是在俄國設計的（1835—1837 年，彼得堡——喀琅施塔得線路）。可惜，許林格於 1837 年不幸逝世，於是

使用他的發明的工作乃被迫暫時停頓。

許林格和其他一些發明家的磁針電報並不把信號記錄下來，並且生產能力不高。但是，不久即研究出記錄信號的方法。俄國的學者 Б. С. 雅柯比 (Б. С. Якоби) 首先創造了最方便的用電磁鐵記錄信號的電報機，他還創議用電化學記錄符號，但是沙皇政府是不支持發明家們的。1837 年，莫爾斯提出了自己的記錄符號的電報機系統。在構造上加以改善以後，莫爾斯電報機得到了廣泛的採用，且直到現在還在使用中。

開始，大家並不重視莫爾斯的發明。直到 1844 年才開通了第一條用莫爾斯系統的電報通訊；從此以後，電報開始迅速地發展。

莫爾斯電報機的缺點為必須認識專門的電碼和會使用特殊的電鍵器（電鍵）發報。此外，莫爾斯電報機的生產能力比較小（平均每小時 500 個單字）。針對着這個缺點，很多發明家都企圖創造生產率更高和打印字母收報的電報機。

俄國院士 Б. С. 雅柯比在 1839 至 1850 年的時期內創造了若干種具有字盤的同步電報機，並發明具有活字輪的印字電報機。這全世界第一部印字電報機的模型被保存在以 А. С. 波波夫 (А. С. Попов) 命名的中央通訊博物館中（列寧格勒）。因此，是雅柯比創造了印字電報機的基本原理，這原理爾後在別的系統中得到了它的發展。沙皇政府並不器重我們的同胞的發明，並且不採用雅柯比的電報機。

1855 年，在雅柯比的五年以後，育士 (Юз) 做成了一部印字電報機，它的生產率比莫爾斯電報機大 2—3 倍。育士電報機在俄國和其它一些國家中得到了廣泛的採用，祇有後來發明了起止式電報機以後才被淘汰。

電報在實際中使用以後，很快就證實了導線的生產能力遠較熟練的報務員的勞動生產率高。所以在後來的研究工作中，提出了如何最大限度地利用導線的生產能力的問題。這可以用兩種方法使之實現——

採用自動的傳送和作出多路的電報機系統。

在第一種方法中，若干報務員用在專門的油紙條上鑿孔的方法排組報文。這排組是在專門的鑿孔機上完成的，起始鑿孔機具有一三鍵的鍵盤，後來則具有與打字機一樣的鍵盤。鑿在鑿孔紙條上的信號組合藉一快速發報器——發報機——在導線上發送。這種系統在 1867 年已經由韋斯登所創議，它開始時廣泛地使用在長距離的有線電訊上，後來也用在無線電通訊中。收報是用莫爾斯電碼實行的。後來，更完善的克利特系統代替了韋斯登電報機，現在祇在無線電通訊上還使用克利特系統。韋斯登電報機和克利特電報機在導線上的生產能力達每小時 3,000 個單字，而克利特電報機在無線電通訊上則達到每方面每小時 15,000 個單字。

第二個更完全地利用線路的方法是由 Э. 波多 (Э. Бодо) 於 1874 年付諸實施的。在波多所創議的多路的系統中，若干報務員同時在電報機上工作着，他們輪流地得到導線。結果，電報機具有若干路發報和收報，導線的生產能力即增加若干倍。開始的波多電報機是二路和四路型的。這些電報機都是印字收報的；它們在使用時是方便的，因為它們在一根導線上創造出若干路各不相干的訊路。在必要時，一部分訊路還可以供給中間局（波多轉發機）使用。在法國，波多電報機差不多都是按單工制工作的。

在帝俄時，波多電報機也按單工制並在比較短的距離（不超過 1,500 公里）上工作。十月革命後，蘇聯的工程師們和技術員們使這種電報機更趨完善，並使它適合於在長距離的通訊上工作。首先波多電報機被改成雙工制，並被用於距離較長的通訊上以代替老式的韋斯登電報機。後來，在增高波多電報機的原動機構的穩定性、增加電報機的路數、改良波多中間局和改善校正的方法等方面完成了一系列的研究工作。在提到這些研究工作時，必須同時提到蘇聯專家 В. И. 葛爾比 (В. И. Герби)、В. В. 諾維柯夫、А. Н. 貝萊過鐸夫 (А. Н. Перегудов)、Н. Д.

阿斯泰菲切夫 (Н. Д. Астафичев) 等工作。1938 年, 工程師 А. Д. 依格那切也夫 (А. Д. Игнатьев)、Л. П. 顧林 (Л. П. Гурин) 和 Г. П. 高士洛夫 (Г. П. Козлов) 完成了具有電子繼電器的九路波多電報機的製作。這種電報機的生產能力很高 (達每小時 20,000 個單字), 它在最主要的無線電通訊上排斥了使用不方便的克利特電報機。

後來, 在波多電報機的原理的基礎上構成了各種不同類型的複工制。在這些電報機中, 除了路數多以外, 還藉助於鑿孔紙條採用自動的發報。

在發明了電子管和製成了電話增音機以後, 長途電話通訊獲得了極大的發展。在很多國家中, 尤其是較小的國家中, 電報通訊開始被電話通訊所排斥, 因為後者具有較大的靈活性, 並且對用戶更方便。但是, 電話通訊無法像電報通訊中似的保證得到書面的消息。因之, 出現了如何使電報通訊更趨完善的要求, 俾使電話通訊所具有的便利與獲得書面消息的可能性結合在一起。爲了這個目的, 必須解決三個問題:

(1) 創造一種足夠簡單的印字電報機, 可以直接把它裝置在用戶處;

(2) 減低供給用戶在以電報商談時所用的線路的價格;

(3) 製成組織用戶間的電報通訊所必需的交換設備。

現在上述各問題都已解決。但是, 解決這些問題耗費了很長的時間。1914—1920 年間, 製成了第一批起止式電報機 (電傳打字機), 它們後來又經過了巨大的改進。

起止式電報機的生產能力比較小 (約每小時 1,600 個單字), 但是它的特點爲比較簡單、使用便利並能使報務員的勞動生產率提高。所以其它一些較複雜的系統開始被起止式電報機所代替。我們祖國的製造業曾作出了若干類型的起止式電報機。是這樣的, 1929 年製造了曉林電報機, 1931 年製造了德蘭姆烈電報機, 1935 年製造了 CT-35 型

電報機(35 年的蘇聯的電傳打字機)。

此外,在蘇聯還創造了利用起止式電報機作為單獨的電路的多路電報機(B. II. 葛爾比的 TPT-1 系統等)。

濾波器製成後,減低線路的價格的問題即順利地解決了。濾波器的使用使我們能夠創造充分地利用電話線路的系統,並藉助於載波頻率在一條線路上得到若干電話訊路和電報訊路。基本的載波電報通訊系統為音頻電報通訊,它直接用音頻(由電纜的線路)或由高頻的電話訊路通報。這系統使我們有可能在一條電話訊路中組織 18 路以下的雙工電報通訊。就在這一時期中,還製成了用戶電報局所必需的交換設備。

用戶電報通訊在蘇聯得到很大的發展。電報局的主要主顧(部、托拉斯、製造廠等)得以由這個系統彼此間用起止式電報機直接地通訊。用戶的接續既可用人工交換台又可用自動的系統完成。

最後,電報的最新的支脈為相片電報。用了相片電報,不僅可將字母和數字發送至遠距離,還可以發送手筆、圖樣、圖畫和相片。第一批加工這種電報的電報機是在上世紀的中葉出現的。但是,它們是非常不完善的。祇有在 1920 年以後,隨着新技術(電子管、光電管)的發展,相片電報機才得到現代化的構造,相片電報也開始急遽地發展。

電報通訊的元件 電報通訊的基本元件為:(1)終端電報機和中間電報機,(2)導線和電報通訊訊路,(3)電源,(4)互換器和地線。電報機的發展概況上面已談過了;電報系統的詳細敘述為本教科書的主要內容;電源在專門的課程中研究;互換器和地線在第十七章中討論。所以這裏祇討論電報通訊的第二類元件——導線和訊路。

電報通訊可由下列諸法完成:

- (1)由直徑為 4 和 5 公厘的鋼導線,
- (2)由畢卡爾回路,它係在有色金屬導線或鋼導線上組成,
- (3)由無線電報訊路,

(4) 由載波電報訊路，載波電報訊路可在架空線路上和電纜線路上。

第一批架空線路是由我們的同胞 П. Л. 許林格——磁針電報的發明者——所創議的。他還提出採用橡膠作為電纜芯線的絕緣。在這以前，各種電報通訊的實驗都是用非常昂貴和十分不完善的電纜進行的。所以許林格的構成比較便宜和相當可靠的架空線路的建議給迅速發展電報通訊創造了有利的條件。

無線電通訊為另一非常重要的通訊方法，它是靠了我們的同胞 А. С. 波波夫的最偉大的發明才成為可能的。無線電通訊訊路在電報和其它形式的通訊的發展方面曾經有過並正有着極大的意義。

因此，是俄國的科學在線路設備和通訊訊路的領域中完成了最主要的發現。後來，蘇聯的學者 В. И. 高伐連柯夫 (В. И. Коваленков)、М. В. 許連金 (М. В. Шулейкин)、Л. И. 孟傑勒希達姆 (Л. И. Мандельштам)、Н. Д. 巴巴萊克西 (Н. Д. Папалекси)、Б. А. 凡琴斯基 (Б. А. Введенский) 等對有關電流循導線和無線電通訊訊路的傳播的問題進行了一系列深遠的理論研究。

現在，除了導線和無線電訊路外，還廣泛地應用着載波電報訊路，首先是音頻電報通訊訊路。在蘇聯，最早的成功的使用鋼導線的載波電報通訊的實驗是於二十年代由 В. И. 羅孟諾夫 (В. И. Романов) 教授進行的。

無線電訊路和載波通訊訊路使我們能夠在兩個距離任意遠的終端局間組織電報通訊，實際上是需要多遠即可多遠。也可以在非常遠的距離(10,000 公里以下)中用鋼導線通訊，但是，這時必須每經 500—550 公里裝設一專門的中間裝置——幫電機。

表 1 列舉了在計算供給電報機電源的電壓時所需的若干實線的參數。

表 1 實線的主要參數

導線和訊路	電阻計算值 (歐/公里)	最小絕緣電阻 (兆歐/公里)	換算長度 (公里)
鋼導線			
直徑 6 公厘.....	5.4	2	0.7
直徑 5 公厘.....	7.8	2	1.0
直徑 4 公厘.....	12.1	2	1.56
電 纜			
芯線直徑 0.5 公厘.....	91.0	500 以下	11.7
芯線直徑 0.8 公厘.....	35.5	500 以下	4.6
芯線直徑 1.0 公厘.....	23.0	500 以下	3.0
芯線直徑 1.2 公厘.....	15.8	500 以下	2.0
畢卡爾訊路			
用直徑 4 公厘的鋼導線.....	6.0	1.5	0.8
用直徑 4 公厘的銅導線.....	0.71	1.5	—
用直徑 3 公厘的銅導線.....	1.26	1.5	—
用直徑 4 公厘的雙金屬導線.....	1.61	1.5	—

附註：表中所示為單根電纜芯線的電阻；所以若用市內電話的電纜通報，其中係用雙導線制工作，則電阻應增加一倍。

在具有電纜插入段和由不同直徑的導線組成的插入段的不一律的線路上，在測量時和決定裝置幫電機的地點時，計算所謂導線的換算長度，亦即阻值等於該導線的電阻的、直徑 5 公厘的鋼導線的長度。

例 線路由下列數段組成：(1) 300 公里直徑 5 公厘的鋼導線，(2) 100 公里直徑 4 公厘的鋼導線和(3)總長 20 公里、芯線直徑 1 公厘的電纜插入段。求換算長度 l_{np} 。

解 由表 1 找到 $l_{np} = 300 \times 1 + 100 \times 1.56 + 20 \times 3 = 516$ 公里。最好 l_{np} 在 500—550 公里的範圍以內。

通報的方法 與電報機日趨完善的同時，通報的方法也有了發展。這些方法可以分成兩大類：(1)用直流電流通報，(2)用交流電流通報。

在用直流電流通報時(更準確地說,由直流電源),可以按單流制或雙流制發報。

單流和雙流電報通訊時的發報器接續原理圖和電流訊號曲線相應地如圖 1 *a* 和 *b* 所示。回路圖和電流訊號組合都是莫爾斯系統的(參閱第二章)。

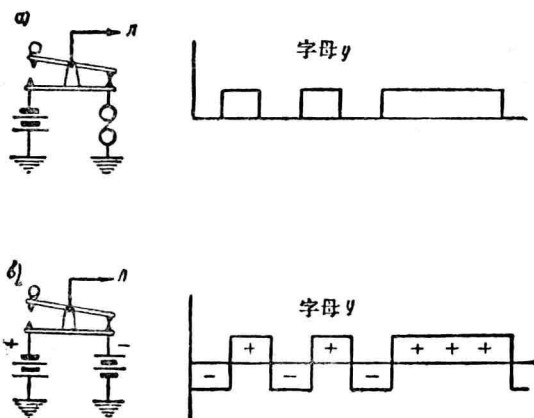


圖 1. 單流和雙流電報通訊的原理:
a—單流電報通訊; *b*—雙流電報通訊。

在用交流電流通報時,採用調幅的方法(圖 2*a*)或調頻的方法(圖 2*b*)發送信號。這兩種調制的特點在長途通訊的課程中研究。載波電報機將在第十五章中討論。

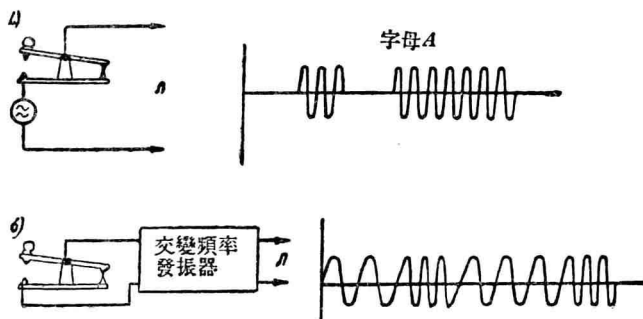


圖 2. 用交流電流發送信號的原理。