

Network Working Group  
Request for Comments: 2516  
Category: Informational

L. Mamakos  
K. Lidl  
J. Evarts  
UUNET Technologies, Inc.  
D. Carrel  
D. Simone  
RedBack Networks, Inc.  
R. Wheeler  
RouterWare, Inc.  
February 1999

## A Method for Transmitting PPP Over Ethernet (PPPoE)

### 本备忘录的状态

本备忘录为因特网社区提供信息。它不指定任务类型的因特网标准。允许任意分发本备忘录。

### 版权通告

Copyright (C) The Internet Society (1999). 保留所有权利。

### 摘要

点对点协议 (PPP) [1] 提供了在点对点连接上传输多种协议报文的标准方法。

### 适用性

本规格说明书意图提供用于定义 PPP 的资源，例如链路控制协议 (Link Control Protocol)、网络层控制协议 (Network-layer Control Protocol)、认证 (authentication)，等等。这些能力需要端与端之间的点对点关系，而不是用于已在以太网及其他多点访问环境中使用的多点关系。

本规格说明书可以用于多个主机，这些主机在共享的、用于开放的 PPP 会话的以太网，并且通过一个或者更多的桥接调制解调器而抵达多个目标地址。它试图用于提供桥接以太网拓扑的宽带远程访问技术，并且当访问提供者希望维持与 PPP 相关的、抽象的会话时。

本文档描述了在以太网上包装的 PPP，它已经被 RedBack 网络、RouterWare、UUNET 及其他机构使用。

# 1、 介绍

Modem 接入技术面临一些相互矛盾的目标，既要通过同一个用户前置接入设备连接远程的多个用户主机，又要提供类似拨号一样的接入控制，计费等功能。在许多接入技术中，对于用户而言，访问多主机最有效的方式所依赖的接入设备，是通过以太网。另外，值得注意的是，在尽可能少的配置下，要尽可能低地保持设备的成本。

在以太网上的 PPP (PPPoE) 提供了通过简单的桥接访问设备到远程访问集中器来连接主机网络的能力。在这个模型下，每个主机利用它自己的 PPP 栈，给用户类似的用户界面。基本而言，访问控制、计费以及服务类型可以逐用户的完成，而不是逐站点完成。

为了在以太网上提供点对点连接，每个 PPP 会话必须学习远端的以太网地址，同时建立一个唯一的会话标识符。PPPoE 包的发现协议提供了这个功能。

# 2、 约定

以下关键字：必须，必须不，需要的，应该，应该不，推荐，可能，可选的，当它们出现在这个文档中时，将如[2]中描述的那样解释。

# 3、 协议概述

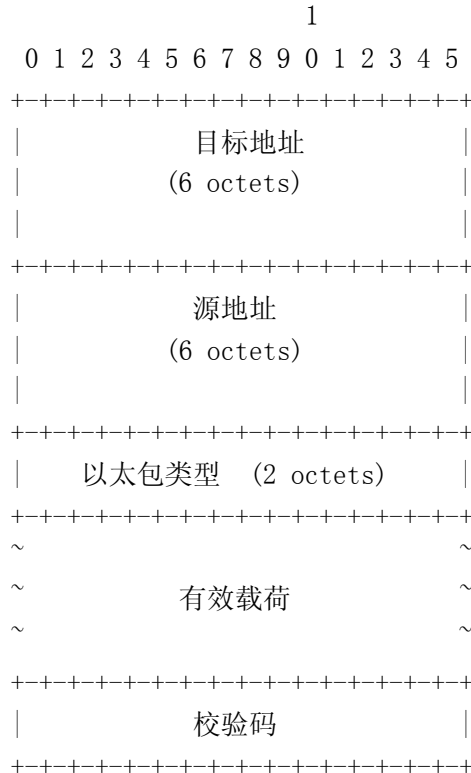
PPPoE 有两个截然不同的阶段，即发现阶段(Discovery stage)及 PPP 会话阶段(PPP Session stage)。当一个主机希望初始化一个 PPPoE 会话，它必须首先执行发现阶段去标识对方的以太 MAC 地址并且建立一个 PPPoE 会话标识符 (SESSION\_ID)。当 PPP 定义了一个端对端关系时，发现阶段也同时建立了一个客户端-服务器关系。在发现过程中，一个主机(客户端)发现了一个访问集中器(服务器)。基于这个网络拓扑，该主机可能有不止一个可以通信的访问集中器。发现阶段允许该主机发现所有的访问集中器，然后选择使用其中一个。当发现阶段成功结束时，该主机与被选择的访问集中器都拥有将用于建立它们之间在以太网上的点对点连接的信息。

发现阶段将保持无状态，直到 PPP 会话被建立起来。一旦 PPP 会话被建立起来，主机和访问集中器**必须**为 PPP 虚拟接口分配资源。

## 4、有效载荷（payload）

定义以下包格式。其中有效载荷的内容将在发现阶段及 PPP 节定义。

一个以太帧如下所示：

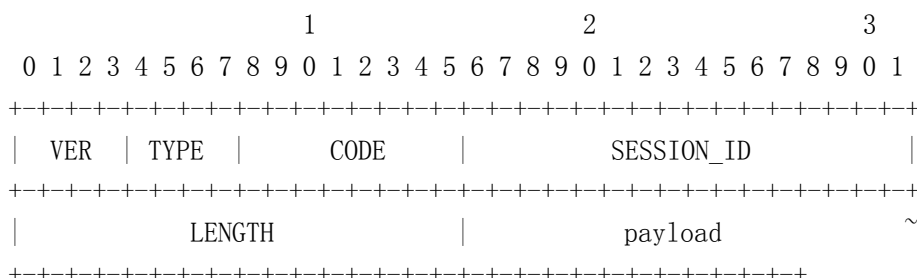


目标地址（DESTINATION\_ADDR）域或者是单播的以太网目标地址，或者是以太网广播地址（0xffffffff）。对于发现帧而言，这个值或者是单播地址，或者是广播地址，就如在发现一节中所描述的一样。对于 PPP 会话通信，这个域**必须**包含对方的单播地址，该地址由发现阶段决定。

源地址（SOURCE\_ADDR）域**必须**包含源设备的以太 MAC 地址。

以太包类型（ETHER\_TYPE）被设备为 0x8863（发现阶段）或者 0x8864（PPP 会话阶段）。

PPPoE 的以太有效载荷如下所示：





如果发现包接收到一个未知类型的标签，该标签**必须**被忽略，除非在本文件中另外指定。这样可以在新增加了标签时提供向后兼容。如果增加了新的强制性的标签，则版本号也将随之增加。

附录 B 中给出了一个发现包的例子。

## 5.1、 PPPoE 活动发现初始(PADI) 包

主机发送 PADI (PPPoE Active Discovery Initiation) 包，此时目标地址被设置为广播地址。CODE 域设置为 0x09，同时，SESSION\_ID **必须**被设置为 0x0000。

PADI 包**必须**包含正确的、类型为服务名称 (Service-Name) 的标签，用于指出主机正在请求的服务。也可以包含任意数量的其他标签类型。整个 PADI 包 (包括 PPPoE 包头)，**必须**不超过 1484 字节(8 位)，以便有足够的空间用于中继代理增加中继会话 ID(Relay-Session-Id) 标签。

## 5.2、 PPPoE 活动发现提议(PADO) 包

当访问集中器接收到它可以提供服务的 PADI 包，它通过发送一个 PADO (PPPoE Active Discovery Offer)包来响应。目标地址是发送 PADI 的主机的单播地址。CODE 域被设置为 0x07，同时，SESSION\_ID **必须**被设置为 0x0000。

PADO 包**必须**包含一个 AC 名称 (AC-Name) 标签，其中有访问集中器的名称；同时，**必须**包含一个服务名称 (Service-Name) 标签来标识 PADI 中的服务名称，同时可以包含任意数量的其他服务名称 (Service-Name) 标签来指出该访问集中器提供的其他服务。如果该访问集中器不能为这个 PADI 包提供服务，则它**必须**不能用 PADO 做出应答。

## 5.3、 PPPoE 活动发现请求(PADR) 包

因为 PADI 是广播包，所以主机可能接收到多个 PADO。主机需要审核这些 PADO 包，并且从中选择一个。这个选择可以基于所提供的 AC 名称 (AC-Name) 或者服务。然后，主机发送 PADR (PPPoE Active Discovery Request) 包给被选中的访问集中器。目标地址被设置为这个发送 PADO 的访问集中器的单播以太网地址。CODE 域被设置为 0x19，同时，SESSION\_ID **必须**被设置为 0x0000。

PADR 包**必须**包含一个正确的服务名称 (Service-Name) 标签，该标签指出主机所请求的服务。同时可以包含任意数量的其他标签。

## 5.4、 PPPoE 活动发现会话确认(PADS) 包

当访问集中器接收到 PADR 包时，它开始准备开始一个 PPP 会话。它为 PPPoE 会话创建一个唯一的会话 ID (SESSION\_ID)，并用 PADS (PPPoE Active Discovery Session-confirmation) 包回复给主机。目标地址域设置为发送 PADR 的主机的单播以太网地址。CODE 域设置为 0x65，同时，SESSION\_ID **必须** 设置为刚为本次 PPPoE 会话创建的唯一值。

PADS 包包含一个正确的服务名称 (Service-Name) 标签，该标签指出这个接收了 PPPoE 会话的访问集中器的服务。同时可以包含任意数量的其他标签。

如果访问集中器不喜欢 PADR 中的服务名称，则它必须在回复的 PADS 中包含服务名称错误 (Service-Name-Error) 标签 (以及任意数量的其他标签)。这时，SESSION\_ID **必须** 被设置为 0x0000。

## 5.5、 PPPoE 活动发现终止(PADT) 包

这个包可以在会话建立之后的任意时刻发送，用于指出这个 PPPoE 会话已经被终止。主机或者访问集中器都可以发送这个包。目标地址被设置为单播以太网地址，CODE 域被设置为 0xa7，SESSION\_ID MUST **必须** 设置为将被终止的会话的 ID。这个包不需要任何标签。

当接收到一个 PADT (PPPoE Active Discovery Terminate) 时，任何使用该会话的 PPP 通信都是不允许的。在发送或者接收到一个 PADT 后，即使正常的 PPP 终止包也**必须**不再被发送。PPP 端**应该**使用 PPP 协议本身来关闭一个 PPPoE 会话，但 PADT **可以**用于 PPP 不能使用的情况。

## 6、 PPP 会话阶段

一旦 PPPoE 会话开始以后，PPP 数据就象任何其他 PPP 封闭一样被发送。所有的以太包都是单播的。ETHER\_TYPE 域被设置为 0x8864。PPPoE 的 CODE **必须**被设置为 0x00。对于这个 PPPoE 会话，SESSION\_ID **必须**不能被改变，并且**必须**是发现阶段指定的值。PPPoE 有效载荷包含一个 PPP 帧。该帧以 PPP 协议 ID 开头。

附录 B 中给出了一个包的例子。

## 7、 LCP 考虑

魔数 LCP 规则说明选项是被**推荐**的，而协议域压缩 (PFC, Protocol Field Compression) 选项则是**不推荐**的。它的实现**必须**不请求以下任意的选项，并且，**必须**拒绝这些选项：

Field Check Sequence (FCS) Alternatives,

Address-and-Control-Field-Compression (ACFC),

Asynchronous-Control-Character-Map (ACCM)

最大接收单元 (MRU, Maximum-Receive-Unit) 选项**必须不超过** 1492。因为以太网有 1500 字节 (8 位) 的最大有效载荷限制, 而 PPPoE 头有 6 字节 (8 位) 并且 PPP 协议 ID 包含 2 字节 (8 位), 所以, PPP 的 MTU **必须不超过** 1492。

**推荐**访问集中器不定期的发送回音请求 (Echo-Request) 包给主机, 以此决定这个会话的状态。否则, 如果主机不发送终止请求 (Terminate-Request) 包即终止一个会话, 访问集中器将不能判断这个会话是否已经过时。

当 LCP 终止时, 主机和访问集中器**必须停止**使用这个 PPPoE 会话。如果主机希望开始另一个 PPP 会话, 它**必须**返回到 PPPoE 发现阶段。

## 8、 其他考虑

当主机在指定超时范畴内没有接收到 PADO 包, 这**应该**重新发送它的 PADI 包, 并且让等待时间加倍。它可以重复所需要的任意多次。如果主机正在等待接收一个 PADS 包, **应该**使用类似的超时机制, 并且主机重发那个 PADR。当重试指定次数以后, 主机**应该**重新发送 PADI 包。

本文档中使用的 ETHER\_TYPE (0x8863 和 0x8864) 已经被 IEEE 指定用于在以太网上的 PPP (PPPoE)。同时使用这些值以及 PPPoE VER (版本) 域将唯一标识该协议。

本文档通篇使用 UTF-8[5], 而不是 ASCII。UTF-8 支持整个 ASCII 字符集, 同时也支持国际字符集。更多细节请参见[5]。

## 9、 安全考虑

为了帮助避免遭受拒绝服务 (DOS) 攻击, 访问集中器可以使用 AC-Cookie 标签。访问集中器**应该**能够唯一的根据 PADR 源地址重新生成这个标签值。通过它, 访问集中器可以确保 PADI 源地址确实可以到达, 并且可以限制来自于这个地址的并发的会话数。不要求具体使用哪一种算法, 并且该算法被当作具体的实现细节。一个例子是在主机 MAC 地址基础上使用只有访问集中器知道的密钥的 HMAC[3]算法。虽然 AC-Cookie 对于避免某些 DOS 攻击很有效, 但它不能避免所有的 DOS 攻击, 所以, 访问集中器**应该**使用其他的手段来保护资源。

许多访问集中器可能不希望向未经论证的实体提供它们所能支持的的服务的信息。这种情况下, 这个访问集中器应该采用以下两种策略之一。它**应当**永远都不拒绝基于服务名称标签的请求, 并且这个标签值总是返回它所接收的值。或者, 它**应当**只接收 TAG\_LENGTH 等于 0 的

服务名称标签的请求（表示任意服务）。**推荐**使用前一种解决方式。

## 10、 感谢

本文档基于若干个论坛中讨论的概念，其中包括 ADSL 论坛。

大量文本直接来自于 RFC 1661, RFC1662 以及 RFC 2364。

## 11、 参考资料

- [1] Simpson, W., Editor, "The Point-to-Point Protocol (PPP)", STD 51, RFC 1661, July 1994
- [2] Bradner, S., "Key words for use in RFCs to Indicate Requirement Levels", BCP 14, RFC 2119, March 1997.
- [3] Krawczyk, H., Bellare, M. and R. Canetti, "HMAC: Keyed-Hashing for Message Authentication", RFC 2104, February 1998.
- [4] Reynolds, J. and J. Postel, "Assigned Numbers", STD 2, RFC 1700, October 1994. See also: <http://www.iana.org/numbers.html>
- [5] Yergeau, F., "UTF-8, a transformation format of ISO 10646", RFC 2279, January 1998.

## Appendix A

### **TAG\_TYPES and TAG\_VALUES**

0x0000 End-Of-List

这个标签指出，在列表中不再有其他的标签。这个标签的 TAG\_LENGTH **必须**总是等于 0。不要求必须使用这个标签，保留这个标签是为了保持向后兼容。

#### 0x0101 Service-Name

This TAG indicates that a service name follows. The TAG\_VALUE is an UTF-8 string that is NOT NULL terminated. When the TAG\_LENGTH is zero this TAG is used to indicate that any service is acceptable. Examples of the use of the Service-Name TAG are to indicate an ISP name or a class or quality of service.

#### 0x0102 AC-Name

This TAG indicates that a string follows which uniquely identifies this particular Access Concentrator unit from all others. It may be a combination of trademark, model, and serial id information, or simply an UTF-8 rendition of the MAC address of the box. It is not NULL terminated.

#### 0x0103 Host-Uniq

This TAG is used by a Host to uniquely associate an Access Concentrator response (PADO or PADS) to a particular Host request (PADI or PADR). The TAG\_VALUE is binary data of any value and length that the Host chooses. It is not interpreted by the Access Concentrator. The Host MAY include a Host-Uniq TAG in a PADI or PADR. If the Access Concentrator receives this TAG, it MUST include the TAG unmodified in the associated PADO or PADS response.

#### 0x0104 AC-Cookie

This TAG is used by the Access Concentrator to aid in protecting against denial of service attacks (see the Security Considerations section for an explanation of how this works). The Access Concentrator MAY include this TAG in a PADO packet. If a Host receives this TAG, it MUST return the TAG unmodified in the following PADR. The TAG\_VALUE is binary data of any value and length and is not interpreted by the Host.

#### 0x0105 Vendor-Specific

This TAG is used to pass vendor proprietary information. The first four octets of the TAG\_VALUE contain the vendor id and the remainder is unspecified. The high-order octet of the vendor id

is 0 and the low-order 3 octets are the SMI Network Management Private Enterprise Code of the Vendor in network byte order, as defined in the Assigned Numbers RFC [4].

Use of this TAG is NOT RECOMMENDED. To ensure inter-operability, an implementation MAY silently ignore a Vendor-Specific TAG.

#### 0x0110 Relay-Session-Id

This TAG MAY be added to any discovery packet by an intermediate agent that is relaying traffic. The TAG\_VALUE is opaque to both the Host and the Access Concentrator. If either the Host or Access Concentrator receives this TAG they MUST include it unmodified in any discovery packet they send as a response. All PADI packets MUST guarantee sufficient room for the addition of a Relay-Session-Id TAG with a TAG\_VALUE length of 12 octets.

A Relay-Session-Id TAG MUST NOT be added if the discovery packet already contains one. In that case the intermediate agent SHOULD use the existing Relay-Session-Id TAG. If it can not use the existing TAG or there is insufficient room to add a Relay-Session-Id TAG, then it SHOULD return a Generic-Error TAG to the sender.

#### 0x0201 Service-Name-Error

This TAG (typically with a zero-length data section) indicates that for one reason or another, the requested Service-Name request could not be honored.

If there is data, and the first octet of the data is nonzero, then it MUST be a printable UTF-8 string which explains why the request was denied. This string MAY NOT be NULL terminated.

#### 0x0202 AC-System-Error

This TAG indicates that the Access Concentrator experienced some error in performing the Host request. (For example insufficient resources to create a virtual circuit.) It MAY be included in PADS packets.

If there is data, and the first octet of the data is nonzero, then it MUST be a printable UTF-8 string which explains the nature of

the error. This string MAY NOT be NULL terminated.

### 0x0203 Generic-Error

This TAG indicates an error. It can be added to PADO, PADR or PADS packets when an unrecoverable error occurs and no other error TAG is appropriate. If there is data then it MUST be an UTF-8 string which explains the nature of the error. This string MUST NOT be NULL terminated.

## Appendix B

The following are some example packets:

A PADI packet:

```

          1                2                3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|                                     0xffffffff                                     |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|          0xffff          |          Host_mac_addr          |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|          Host_mac_addr (cont)          |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  ETHER_TYPE = 0x8863          | v = 1 | t = 1 | CODE = 0x09 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  SESSION_ID = 0x0000          |          LENGTH = 0x0004          |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|  TAG_TYPE = 0x0101          |          TAG_LENGTH = 0x0000          |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

A PADO packet:

```

          1                2                3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
|                                     Host_mac_addr                                     |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

```

+-----+
|      Host_mac_addr (cont)      | Access_Concentrator_mac_addr |
+-----+
|      Access_Concentrator_mac_addr (cont)      |
+-----+
|  ETHER_TYPE = 0x8863          | v = 1 | t = 1 | CODE = 0x07 |
+-----+
|  SESSION_ID = 0x0000          | LENGTH = 0x0020          |
+-----+
|  TAG_TYPE = 0x0101           | TAG_LENGTH = 0x0000     |
+-----+
|  TAG_TYPE = 0x0102           | TAG_LENGTH = 0x0018     |
+-----+
|  0x47      | 0x6f      | 0x20      | 0x52      |
+-----+
|  0x65      | 0x64      | 0x42      | 0x61      |
+-----+
|  0x63      | 0x6b      | 0x20      | 0x2d      |
+-----+
|  0x20      | 0x65      | 0x73      | 0x68      |
+-----+
|  0x73      | 0x68      | 0x65      | 0x73      |
+-----+
|  0x68      | 0x6f      | 0x6f      | 0x74      |
+-----+

```

A PPP LCP packet: The PPP protocol value is shown (0xc021) but the PPP payload is left to the reader. This is a packet from the Host to the Access Concentrator.

```

              1              2              3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 1
+-----+
|      Access_Concentrator_mac_addr      |
+-----+
| Access_Concentrator_mac_addr(c) |      Host_mac_addr      |
+-----+
|      Host_mac_addr (cont)      |
+-----+
|  ETHER_TYPE = 0x8864          | v = 1 | t = 1 | CODE = 0x00 |
+-----+
|  SESSION_ID = 0x1234          | LENGTH = 0x????          |
+-----+

```

| PPP PROTOCOL = 0xc021 | PPP payload ~  
+-----+

## Authors' Addresses

Louis Mamakos  
UUNET Technologies, Inc.  
3060 Williams Drive  
Fairfax, VA 22031-4648  
United States of America

**EMail:** [louie@uu.net](mailto:louie@uu.net)

Kurt Lidl  
UUNET Technologies, Inc.  
3060 Williams Drive  
Fairfax, VA 22031-4648  
United States of America

**EMail:** [lidl@uu.net](mailto:lidl@uu.net)

Jeff Evarts  
UUNET Technologies, Inc.  
3060 Williams Drive  
Fairfax, VA 22031-4648  
United States of America

**EMail:** [jde@uu.net](mailto:jde@uu.net)

David Carrel  
RedBack Networks, Inc.  
1389 Moffett Park Drive  
Sunnyvale, CA 94089-1134  
United States of America

**EMail:** [carrel@RedBack.net](mailto:carrel@RedBack.net)

Dan Simone  
RedBack Networks, Inc.  
1389 Moffett Park Drive  
Sunnyvale, CA 94089-1134  
United States of America

**EMail:dan@RedBack.net**

Ross Wheeler  
RouterWare, Inc.  
3961 MacArthur Blvd., Suite 212  
Newport Beach, CA 92660  
United States of America

**EMail:ross@routerware.com**

## **Full Copyright Statement**

Copyright (C) The Internet Society (1999). All Rights Reserved.

This document and translations of it may be copied and furnished to others, and derivative works that comment on or otherwise explain it or assist in its implementation may be prepared, copied, published and distributed, in whole or in part, without restriction of any kind, provided that the above copyright notice and this paragraph are included on all such copies and derivative works. However, this document itself may not be modified in any way, such as by removing the copyright notice or references to the Internet Society or other Internet organizations, except as needed for the purpose of developing Internet standards in which case the procedures for copyrights defined in the Internet Standards process must be followed, or as required to translate it into languages other than English.

The limited permissions granted above are perpetual and will not be revoked by the Internet Society or its successors or assigns.

This document and the information contained herein is provided on an "AS IS" basis and THE INTERNET SOCIETY AND THE INTERNET ENGINEERING

TASK FORCE DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED, INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY WARRANTY THAT THE USE OF THE INFORMATION HEREIN WILL NOT INFRINGE ANY RIGHTS OR ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.