

ATM Adaptation Layer 5 (AAL5)

1. Recep Selim Ağırman
20011041

Bilgisayar Mühendisliği
Yıldız Teknik Üniversitesi
İstanbul, Türkiye

selim.agirman@std.yildiz.edu.tr

2. Selahattin Emre Kutlu
20011012

Bilgisayar Mühendisliği
Yıldız Teknik Üniversitesi
İstanbul, Türkiye

emre.kutlu@std.yildiz.edu.tr

3. Sait Yalçın
20011024

Bilgisayar Mühendisliği
Yıldız Teknik Üniversitesi
İstanbul, Türkiye

sait.yalcin@std.yildiz.edu.tr

4. Muhammed Eren Şekkeli
20011019

Bilgisayar Mühendisliği
Yıldız Teknik Üniversitesi
İstanbul, Türkiye

eren.sekkeli@std.yildiz.edu.tr

5. Muhammed Ali Lale
20011045

Bilgisayar Mühendisliği
Yıldız Teknik Üniversitesi
İstanbul, Türkiye

ali.lale@std.yildiz.edu.tr

Abstract—AAL5 (ATM Adaption Layer 5), ATM katmanının üzerine kurulmuş olup farklı üst veri transferi katmanlarına adapte olmayı sağlayan (Adaption Layer) katmanların beşincisidir. Diğer ATM adaptasyon katmanlarına göre verimli şekilde bant genişliğinin yönetimini hata tespit ve segmentasyon mekanizmaları ile veri iletimini gerçekleştirir. Bu çalışmada da AAL5 incelenmiştir.

Index Terms—ATM, ATM Adaption Layer 5, AAL5 nedir, AAL5 avantajları ve dezavantajları, AAL katmanlarının karşılaştırılması

I. GİRİŞ

AAL5 teknolojisi ATM teknolojisi altında kullanılan bir veri gönderim tipidir. Bu makalede ise AAL5'in kullanım mantığı, kullanım alanları ve günümüzde neden kullanıldığı anlatılmaktadır. AAL5 teknolojisini anlayabilmek için öncelikle ATM teknolojisini anlamak gerekir. AAL teknolojisi ise kendi içerisinde 4'e ayrılır. Bunlar AAL1, AAL2, AAL3/4, AAL5 şeklindedir. Bu türler, kendi içerisinde farklı görevleri yerine getirir. Ayrıca AAL5 teknolojinin yapısı ve çalışma mantığı incelenmiş ve kullanım avantajları anlatılmıştır. Aynı şekilde AAL5 teknolojisi diğer AAL türleri ile detaylıca karşılaştırılmıştır.

II. ATM NEDİR?

ATM, verileri iletmek için sabit uzunluklu hücreler kullanan, ses ve video gibi verileri aynı ortam üzerinden hızlı bir şekilde aktarılmasını sağlayan bir teknolojidir. ATM'nin kullandığı bu sabit uzunluklu hücreler 5 byte header ve 48 byte payload olmak üzere 53 byte içerir. Hem sabit bit rateli trafiği hem de değişken bit rateli trafiği işleyebilir. Böylece birden fazla trafik türünü uçtan uca hizmet kalitesiyle taşıyabilir. ATM, bir iletim ortamından bağımsızdır, bir tel veya fiber üzerinde kendi başına gönderilebilir veya başka taşıyıcı sistemlerin yükü içinde paketlenir. ATM ağları, sanal devrelerle “paket” veya “hücre” Anahtarlama kullanır. Tasarımı, yüksek performanslı multimedya ağının uygulanmasına yardımcı olur. ATM aynı zamanda asenkron aktarım

ile bağlantı gerçekleştirir. Bu sayede hattın yoğun olmadığı durumlarda hız açısından avantajlıdır.[1] [2]

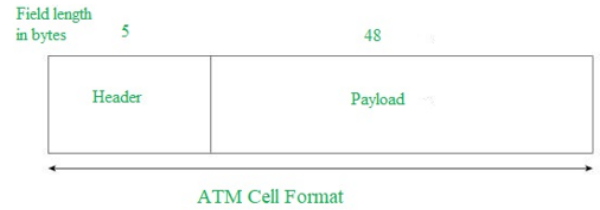


Fig. 1. AAL Genel Yapısı

A. ATM Katmanları

ATM Uyarılama Katmanı (AAL): Daha yüksek katman protokollerini ATM işlemlerinin ayrıntılarından izole etmek içindir ve kullanıcı verilerinin hücrelere dönüştürülmesine ve 48 byte'lık hücrelere bölünmesine hazırlanır. AAL protokolü, üst katman hizmetlerinden iletimi hariç tutar ve bunlara ses, veri gibi uygulamaların ATM hücrelerine eşlenmesinde yardımcı olur.[2]

Fiziksel Katman: Ortama bağlı iletimi yönetir ve fiziksel ortama bağımlı alt katman ve iletim yakınsama alt katmanı olmak üzere iki kısma ayrılır. Ana işlevler aşağıdaki gibidir:

- Hücreleri bit akışına dönüştürür.
- Fiziksel ortamdaki bitlerin iletilmesini ve alınmasını kontrol eder.
- ATM hücre sınırlarını takip eder.
- Hücrelerin uygun çerçeve tipinde paketlenmesini sağlar.[2]

ATM Katmanı: İletim, anahtarlama, tıkanıklık kontrolü, hücre başlığı işleme, sıralı teslimatı yönetir ve hücre çoğullama olarak bilinen fiziksel bağlantı üzerinden sanal devreleri aynı anda paylaşmaktan ve VPI ve VCI'yi kullanarak hücre rölesi olarak bilinen bir ATM ağı üzerinden hücreleri geçirmekten sorumludur.[2]

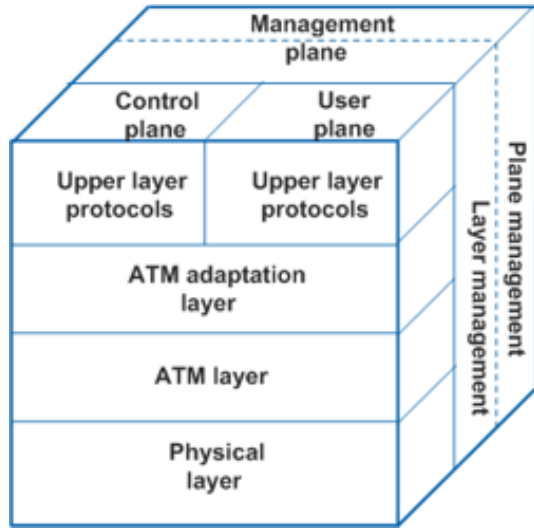


Fig. 2. Katman Yapısı

III. AAL NEDİR?

ATM Adaptation Layer (AAL) verinin Asynchronous Transfer Mode (ATM) ağları üzerinde nasıl iletileceğini belirten bir protokoller bütünüdür. AAL, ATM içerisinde kullanılan sabit hücrelerin biçimini, yapısını ve veri türü için nasıl kullanılması gerektiğini belirler. AAL üzerindeki İletimler sabit veya değişken veri hızında olabilir. AAL'nin AAL1, AAL2, AAL3/4 ve AAL5 olmak üzere AAL türleri vardır. AAL5'i diğerlerinden ayıran önemli özellikleri connection oriented olmak zorunda olmaması olarak söylenebilir. Aşağıda bulunan tabloda da AAL türlerinin karşılaştırması görülebilir. AAL, ATM katmanı ile uygulama katmanı ve taşıma katmanı gibi OSI modelinin daha yüksek katmanları arasında arayüz görevi görür.[3]

Class A	Class B	Class X	Class C	Class D
Circuit emulation	Compressed video	Cell relay	Bursty data	Datagram service
Constant Bit Rate	Variable Bit Rate	Variable Bit Rate	Variable Bit Rate	Variable Bit Rate
Timing Required	Timing Required	Timing Not Required	Timing Not Required	Timing Not Required
Connection Oriented	Connection Oriented	Connection Oriented	Connection Oriented	Connection less
AAL 1	AAL 2	AAL 0	AAL 3/4	AAL 3/4 & AAL 5

Fig. 3. AAL Türleri

IV. AAL5 NEDİR?

AAL5 data için birincil AAL'dir ve connectionless ile connection-oriented data transferi tiplerinin ikisini de destekler. IP over ATM ve Local Area Network Emulation (LANE) gibi Anahtarlama Çok Megabitlik Veri Servisi (Switched Multimegabit Data Service (SMDS)) olmayan çoğu data transferi için kullanılabilir. AAL5, diğer AAL katmanlarına göre daha az protokol biti kullanır. AAL5 katmanında, paketlerin son hücresi hariç olmak üzere hücrelerde 'length' ve 'CRC' değerleri tutulmaz. Bu yüzden, basit ve verimli AAL olarak da tanımlanabilir.[4]

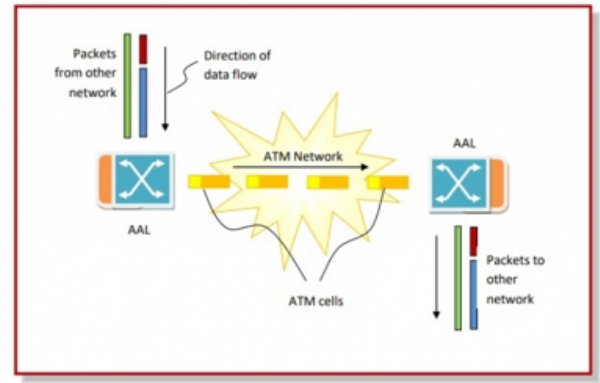


Fig. 4. ATM Cell Yapısı

ATM Adaptation Layer 5 (AAL5)

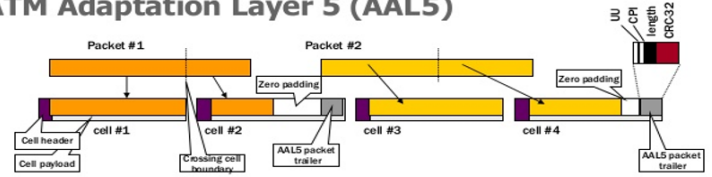


Fig. 5. ATM Referans Modeli

V. AAL5 FRAMELERİ

AAL5 frame'leri 64kB'a kadar bir boyutta oluşur. Datanın sonunda pad ve trailer eklenir. Trailer, AAL5 için bit hatalarını, kayıp hücreleri veya sekans dışı hücreleri tespit etmesi için hesaplanan CRC kodunu ve verinin boyutunu saklar. Sonrasında 48 byte'lık birçok hücreye ayrılır. Bu hücrelerin sadece sonuncusunda pad ve trailer kısmı bulunurken diğer tüm hücrelerde sadece data ve sonradan eklenen header kısmı bulunur.

VI. AAL5 YAPISI

AAL5, bir hücreyi iletim için üç aşamada hazır hale getirir.

A. Trailer ve CRC Eklentisi

İlk olarak, Carrier Selection (CS) alt katmanı, bir frame'e değişken uzunlukta bir pad ve 8 byte'lık bir trailer ekler. Pad, ortaya çıkan PDU'nun bir ATM hücresinin 48 byte'lık sınırına düşmesini sağlar. Trailer, frame'in uzunluğunu ve tüm PDU boyunca hesaplanan 32 bit CRC'yi (Cyclic Redundancy Check) içerir. Bu, AAL5 receiving işleminin bit hatalarını, kayıp hücreleri veya sekans dışı hücreleri tespit etmesine izin verir.[5]

B. Ayırma İşlemi

İkincisi, SAR alt katmanı CS-PDU'yu 48 byte'lık bloklara ayırır. Router AAL3/4'teki gibi bir araya başlık ve trailer eklemeyiz, bu nedenle router mesajları dağınık yollayamaz.[5]

C. ATM Hücrelerinin Set Edilmesi

Son olarak, ATM katmanı her bloğu bir ATM hücresinin yük alanına yerleştirir. Sonuncusu dışındaki tüm hücreler için, ATM ağı, hücrenin tek bir kareyi temsil eden bir serideki son hücre olmadığını belirtmek için Payload Time (PT) alanında bir biti sıfırlar. Son hücre için ATM ağı PT alanındaki biti bir olarak set eder.[5]

VII. AAL5'İN DİĞER AAL'LERDEN FARKI

AAL5'in geliştirilme amacı; diğer katmanlarda olan gerçekleştirme karmaşıklığının önüne geçip, protokolden kaynaklı bant genişliği kayıplarının önüne geçmektir. Bunu daha iyi görmek adına AAL katmanlarını karşılaştırmak gerekir.

A. AAL0 Katmanı

Bu katmanda özelleştirilmiş bir protokol bulunmamaktadır. Sadece hücre headerları ve payload bulunmaktadır. ATM katmanını doğrudan, protokol bitleri eklemekten kullanmaktadır. Bu yüzden bu katmana "raw cells" de denir. [6]

B. AAL1 Katmanı

Bu katmanda zaman senkronizasyonu zorunluluğu bulunmaktadır. Transfer edilecek verinin bit hızı sabit olmalıdır. Bu açıdan ses aktarımı gerektiren servislere uygun bir katmandır. Örneğin T-Carrier'lerde kullanılan DS1 ve DS3 telefon hatlarının iletilişiminde bu katman kullanılmaktadır. Burada Convergence Sublayer bulunmamaktadır. Şekil 6'de görülen SN ve SNP fieldleri AAL'nin SAR (Segmentation and Reassembly) alt katmanında kullanılmaktadır. Her data paketi tek bir ATM hücresi ile temsil edilmektedir.

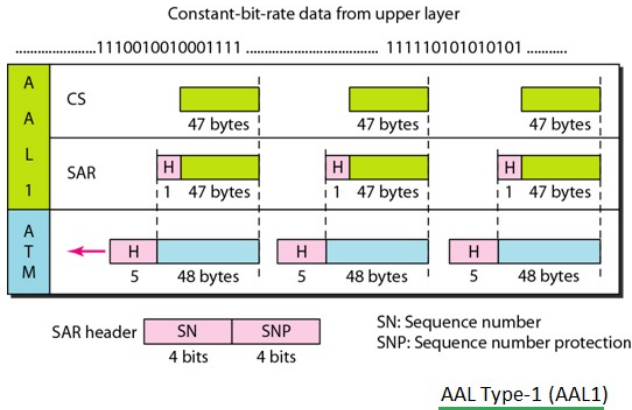


Fig. 6. AAL1 Katmanı[7]

C. AAL2 Katmanı

Bu katmanda da zaman senkronizasyon zorunluluğu bulunmaktadır. Fakat burada veri transferinde değişken bit hızı söz konusudur. Bu bağlamda değişken bit hızına sahip sıkıştırılmış medya içeriklerini transfer eden servislerin kullanımında bu katmanın kullanımı uygundur. Şekil 7'de katmanın yapısı görülmektedir. Bu katmanda data paketleri AAL1'e göre daha küçüktür, küçük olan bu data paketleri segmentasyon sırasında

birleştirilip ATM hücreleri ile iletilmektedir. Bu katmanda Convergence Sublayer (CS) de bulunmaktadır. Bu alt katmanın görevleri arasında hatalı veya eksik ulaşılmış ATM hücrelerinin yönetimi ve zamanlamada problem olduğunda çözmek bulunmaktadır.

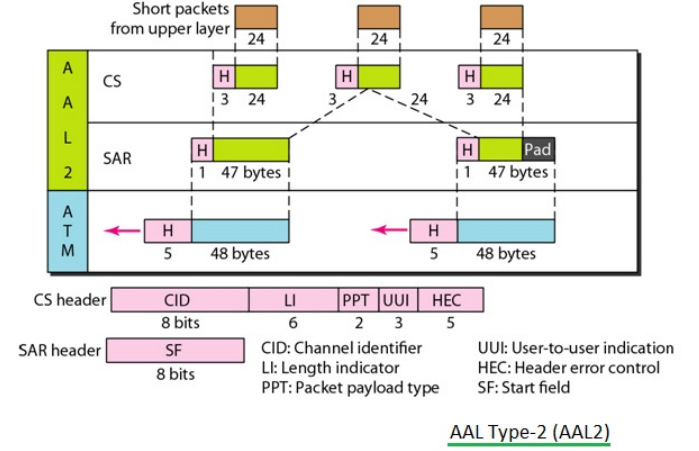


Fig. 7. AAL2 Katmanı[7]

D. AAL3/4 Katmanı

Bu katman incelendiğinde diğer katmanlar arasında en karmaşık yapıya sahip olan katman olduğu görülür. En önemli özelliği buradaki veri paketlerinin boyutunun 64KB'ye kadar çıkabilmesidir. Hata tespiti her segment bazında yapılmaktadır. Aynı zamanda segmentasyon ve hizalama için eklenmiş özel fieldlar bulunur. Şekil 8'de katmanın yapısı verilmiştir. Şekilde görüldüğü üzere SAR alt katmanındaki her segmentin başında ve sonunda fieldlar bulunmaktadır. Trailer kısmında her segmentin 10-bitlik CRC kodunu içeren hata tespit fieldı bulunmaktadır. Header kısmında ise segmentasyon için gerekli sıralama ve tip fieldları bulunmaktadır. CS alt katmanında ise zamanlama ve paket iletiminin doğru yapılması için gerekli fieldlar bulunmaktadır. Gerçekleşmesi diğer katmanlara göre zordur ve bant genişliğinin kullanım oranı düşüktür.

E. AAL3/4 ile AAL5'in karşılaştırılması

AAL5'in çıkış amacı olarak AAL3/4'de bulunan karmaşıklığın azaltılmak istenmesi üzerine AAL3/4'te birçok fieldlar bu katmanda bulunmamaktadır. Burada da veri paketleri 64KB'a kadar ulaşabilmesine rağmen segmentasyon sırasında her segmente head ve trailer eklemek yerine, sadece veri paketinin sonuna trailer eklenir, bu da son veri segmentinde olduğu gibi aktarılır. Burada hata kontrol fieldı olarak 32-bitlik CRC kullanılır. Görüleceği üzere AAL3/4'e göre çok daha az field kullanıldığı için bant genişliğinin kullanım oranı burada yükseltilmiştir. Ayrıca karmaşıklık daha az olduğu için sistemlerde gerçekleşmesi de daha kolaydır. Şekil 9'de AAL5'in yapısı verilmiştir.

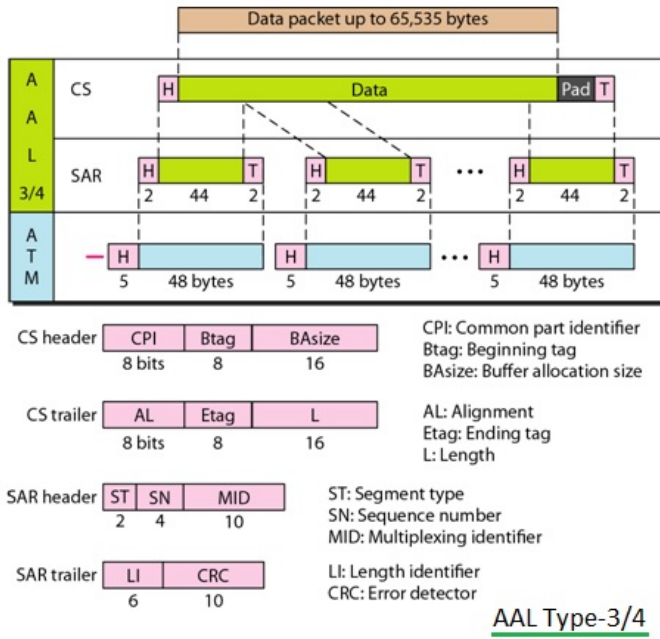


Fig. 8. AAL3/4 Katmanı[7]

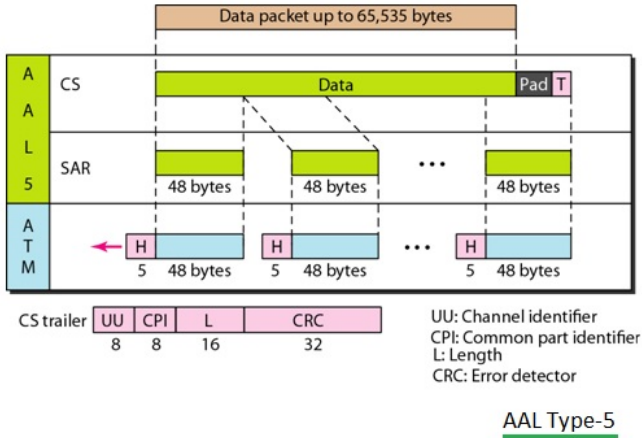


Fig. 9. AAL5 Katmanı[7]

VIII. AAL5'İN SAĞLADIĞI HİZMETLER

AAL5, verinin etkin bir şekilde iletimini sağlamaya yardımcı olan birçok hizmet sunar. AAL5'in sunmuş olduğu ana hizmetlerden bazıları şunlardır:

- **Segmentation and Reassembly**

AAL5, iletilen veriyi küçük paketlere veya "segmentlere" böler ve daha sonra bu segmentleri ağ üzerinden gönderir. Ayrıca segmentleri hedefe ulaştığında orijinal veriyi yeniden birleştirir.

- **Flow Control**

AAL5, ağ üzerinde veri akışını kontrol ederek tıkanıklığı önleyebilir ve ağın etkin bir şekilde kullanılmasını sağlar.

- **Error Detection and Correction**

AAL5, iletim sırasında oluşabilecek hataları algılamaya ve düzeltmeye yardımcı olan kodlar içerir.

- **Multiplexing**

AAL5, ağ üzerinde iletim için birden fazla veri akışını tek bir akışa birleştirebilir ve daha sonra bu akışı hedefe ulaştığında tekrar ayrıştırılabilir.

- **Quality of Service (QoS):** AAL5, iletilen veri türüne göre farklı seviyelerde hizmet sunabilir. Böylece farklı ihtiyaçlar olan verinin etkin bir şekilde iletilmesini sağlar.

IX. ATM NEDEN ŞU ANDA KULLANILMIYOR?

Her ne kadar sağladığı hizmetler göz önünde bulundurulsa da AAL5'in parçası olduğu ATM günümüzde pek de fazla kullanılan bir teknoloji değil. Bunun sebepleri şu şekilde listelenebilir:

- **Maliyet**

ATM ekipmanının satın alınması ve bakımı nispeten pahalıydı. Sistemi kurmak ve üzerinde çalışmak için özel eğitim gerekiyordu.

- **Karmaşıklık (Complexity)**

ATM ağları kurmak ve yönetmek için karmaşıktı ve etkili bir şekilde çalışması için dikkatli planlama ve yapılandırmaya ihtiyaç duyuyorlardı.

- **Sınırlı Ölçeklenebilirlik**

ATM ağlarının diğer ağ türleri kadar ölçeklenmesi kolay değildi ve genişletmek veya yükseltmek zordu.

- **Diğer Teknolojilerle Rekabeti**

Ethernet ve Internet Protokolü (IP) gibi diğer ağ teknolojileri daha yaygın olarak kullanılabilir ve daha uygun maliyetli hale geldikçe birçok uygulamada ATM'nin yerini almaya başladı.

X. SONUÇ

AAL5 Katmanı diğer AAL katmanlarından tamamen iyi ya da kötü bir katman olmamakla beraber, diğer katmanlarda bulunan bant genişliğinde düşüşe sebep olan protokol özelliklerinin basitleştirilmesinden dolayı yapılmıştır. Bu da AAL5'in diğer AAL katmanlarının mutlak üstünlüğü bulunduğu anlamına gelmemekle beraber uygun hizmetler için kullanılabilir. Günümüzde ATM'nin maliyet, karmaşıklık ve ölçeklenebilirlik konusundaki dezavantajlı durumundan ötürü kullanım oranı azalmış olup yaygın olan diğer teknolojilerin kullanım oranı artmıştır.

REFERENCES

- [1] *ATM technology*. Nov. 2022. URL: <https://www.ibm.com/docs/en/aix/7.1?topic=adapters-atm-technology>.
- [2] *Asynchronous Transfer Mode (ATM) in Computer Network*. Nov. 2022. URL: <https://www.geeksforgeeks.org/asynchronous-transfer-mode-atm-in-computer-network/>.
- [3] Jain Raj. *ATM Adaptation Layer (AAL)*. Nov. 2022. URL: https://www.cse.wustl.edu/~jain/atm/ftp/atm_aal.pdf.
- [4] *ATM Adaptation Layer (AAL)*. Nov. 2022. URL: https://www.cse.wustl.edu/~jain/atm/ftp/atm_aal.pdf/.

- [5] Stephen Richardson. *Configuring the AAL and encapsulation type - CCIE*. Nov. 2022. URL: <https://www.ccexpert.us/ccie-2/configuring-the-aal-and-encapsulation-type.html>.
- [6] *ATM adaptation layer*. Sept. 2021. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/ATM_adaptation_layer.
- [7] *RF Wireless World*. URL: <https://www.rfwireless-world.com/Terminology/ATM-AAL-Protocol-Layer-AAL1-AAL2-AAL3-AAL4-AAL5.html>.