



P R I M A R E

KLANG UND VISION VON SKANDINAVIEN

## UFPD-Verstärkung

Die branchenführenden Verstärker von Primare mit exklusiver Ultra Fast Power Device - Technologie (**UFPD™**) sind das Resultat aus drei Jahrzehnten konsequenter Weiterentwicklung. Wie sich dabei zeigte, ist keine andere Designtopologie in der Lage, das Gesamtpaket an Vorteilen zu bieten, die ein entsprechend implementiertes Class D-Design offerieren kann.

- Sofortige Bereitstellung der Leistung auf kontinuierlich hohem Niveau – Blitzschnelle Anstiegszeiten über die gesamte Betriebsfrequenzbandbreite
- Präzise Leistungssteuerung – Ein von der Lautsprecherlast unabhängiger linearer Frequenzgang, den unter anderem die niedrige Ausgangsimpedanz möglich macht.
- Kein Rauschen – Dank dieser hohen Leistungsbereitstellungsfähigkeit lassen sich harmonische Verzerrungen (Klirrfaktor) über das gesamte Frequenzband hinweg sowie das Systemrauschen äußerst niedrig halten.
- Keine Wärmeentwicklung – Die Verstärkungstechnologie gibt selbst bei voller Leistung nahezu keine Wärme ab, sodass ein geringerer Bedarf an der Art Wärmeableitung besteht, die unweigerlich zu längeren Signalwegen und einem wesentlich größeren physischen Geräteaufbau führt, das man für gewöhnlich mit herkömmlichen Transistor- oder Röhrenverstärkergeräten verbindet.
- Kompakter elektrischer und physischer Geräteaufbau – Die ohne Wärmeentwicklung arbeitende Technologie und kleinen Abmessungen des Moduls ermöglichen einen erstaunlich kompakten elektrischen Aufbau des Verstärkers und damit einen kürzest möglichen Signalweg. Dies wiederum hat weniger Rauschen und Verzerrungen zur Folge und erlaubt einen physisch kompakteren Aufbau der Geräte, die sich flexibler nach den individuell gewünschten klanglichen und ästhetischen Gesichtspunkten unterbringen lassen.
- Umweltschonend – Minimale Leistungsaufnahme aus dem Stromnetz, insbesondere im Stand-by-Modus, und praktisch ohne Auswirkungen auf die Wechselstromumgebung der gesamten Anlage, wenn die **APFC** -Stromversorgung (**APFC** = Active Power Factor Correction) von Primare verwendet wird.

Dank dieser Eigenschaften ist es Primare gelungen, die Leistungsfähigkeit seiner innovativen **UFPD**-Verstärkermoduldesigns durch sorgfältige Auswahl der Werte und Qualität der Schaltungsbauteile, durch Überprüfung des Designs anhand umfangreicher Messungen und natürlich durch ausgiebige Hörtests zu optimieren.

Diese Forschungsarbeiten führten zur Entwicklung einer gleichermaßen einzigartigen isolierten Stromversorgung für die **UFPD**-Module: Die **APFC**-Technologie nutzt das volle Energiepotenzial der Wechselstromleitung und versorgt die **UFPD**-Module geregelt und nach Bedarf mit stets konstantem Strom. Das heißt, dass selbst bei einer Aufnahme von 1.000 Watt aus dem Stromnetz andere Geräte der Anlage nicht beeinflusst werden. Somit wirkt sich die Nutzung des Verstärkers praktisch nicht auf den Netzstrom aus! Denn auch im Stand-by-Betrieb wird kaum Leistung aus der Steckdose aufgenommen, sodass bei jedem Extrem Strom gespart wird.

Somit kann ein **UFPD**-Verstärkermodul von Primare eine hohe Leistung stabil und mit geringen Verzerrungen über die gesamte lineare Frequenzbandbreite bei jeder Lautsprecherlast mit minimaler Leistungsaufnahme aus dem Stromnetz und ohne

negative Auswirkungen auf die Stromversorgung anderer Systemkomponenten abgeben – und es zeichnet sich zudem durch niedrigen Strombedarf und geringe Wärmeentwicklung aus, sodass es sich problemlos in ein kompaktes Gehäuse einbauen lässt.

Durch Variation dieser synergetischen Schaltungstopologien entstehen Primare-Verstärker, deren Eigenschaften, wie ein lebendiges, ausgewogenes und harmonisches Klangbild, keine Wünsche offen lassen, und die durch die Kombination aus Rhythmus, Agilität und Raffinesse ein unvergessliches Erlebnis bieten.

Um unvergleichliche Klangerlebnisse bieten zu können, die den Hörer mehr denn je in ihren Bann ziehen, setzt Primare ganz auf die **UFPD**-Technologie als zentralen Baustein für jetzige aber auch künftige Generationen ihrer Verstärker.

### **Was UFPD und Elektroautos gemeinsam haben**

Um zu verdeutlichen, was die **UFPD**-Technologie auszeichnet, kann man dies am besten am Beispiel von modernen High-End-Elektroautos tun, deren Elektroantriebe in punkto Leistungsfähigkeit als zukunftsweisende Technik angesehen werden, wie aktuelle Angebote aus der Automobilindustrie zeigen.

Gut konzipierte, rein elektrisch angetriebene Hochleistungsautos der Luxusklasse, wie sie von Tesla hergestellt werden, weisen neben dem sparsamen Kraftstoffverbrauch und einem kleinen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck noch viele weitere positive Eigenschaften auf. Durch unmittelbare Übertragung des Drehmoments - und damit Kraft - auf die Räder, ist eine rasche Beschleunigung möglich, wobei die kompakten Elektromotoren, die so positioniert sind, dass die Kraft optimal auf die von ihnen angetriebenen Räder übertragen wird, so gut wie keine Wärme oder Geräusche erzeugen. So ist eines der neuen Modelle zum Beispiel in der Lage, in knapp über 3,0 Sekunden von null auf 100 km/h zu beschleunigen, und das bei null Emissionen und ungewohnter Geräuschlosigkeit.

Wenn Sie sich hiervon ein Bild machen möchten, rufen Sie den folgenden Link auf und sehen Sie sich einen von DragTimes hergestellten kurzen Film an:

Tesla S P85D Zusammenstellung der Reaktionen bei Einschalten des Insane-Modus [Bereinigte Version]  
<https://www.youtube.com/watch?v=1qFV5i8tBhs>

Diese positiven Eigenschaften nutzend, haben Hersteller von Premiumfahrzeugen wie BMW, Porsche, McLaren und Ferrari sowie die die Formel 1 regulierende Körperschaft „Hyper-Hybrid-Pkws“ produziert, Fahrzeuge (in einer Preislage zwischen 110.000 und 1.100.000 Euro bzw. im Falle der Formel 1 in einer Preisklasse von mehreren Millionen), die mit einer Kombination aus konventionellen Verbrennungsmotoren und Hochleistungselektromotoren ausgestattet sind, um Leistungsniveaus zu erreichen, wie sie mit den Triebwerken der alten Technologie, ganz gleich wie ausgefeilt, allein nicht zu erreichen waren.

Vergleicht man die Leistungsmerkmale der **UFPD/APFC**-basierten Verstärker von Primare mit einem rein elektrisch angetriebenen **UFPD**-Hochleistungsauto, stellt man die folgenden Gemeinsamkeiten fest:

- Unmittelbare und dauerhafte Bereitstellung von Hochleistung – Die erste und hervorstechendste Eigenschaft, die jeden Fahrer eines hochwertigen rein elektrischen oder aber Hyper-Fahrzeugs begeistert, ist die sofortige Bereitstellung der vollen Power, was maximale Beschleunigung aus dem Stand ermöglicht. Anders als bei herkömmlichen Triebwerken müssen diese zukunftsweisenden Motoren nicht erst auf Drehzahl kommen, um das Drehmoment zu entwickeln, das nötig ist, um das Fahrzeug in Bewegung zu setzen.

Vergleichbar hierzu ist auch das **UFPD**-Leistungsmodul von Primare in der Lage, Leistung umgehend bereitzustellen. Möglich machen dies die enorm schnellen Anstiegszeiten, wodurch der nötige Strom sofort zur Verfügung steht. Dies sorgt für außergewöhnliche Dynamik und Power - und das bedarfsorientiert.

Darüber hinaus erfolgt die Leistungsbereitstellung bei einem Elektroauto stufenlos und konstant, vom Stillstand bis zur Höchstgeschwindigkeit, oder im Falle eines Primare-Verstärkers von der Stille zur vollen Lautstärke – ein deutlicher Unterschied zur Schaltungsverzögerung oder Übernahmeverzerrung, der man in herkömmlichen Leistungsbereitstellungssystemen begegnet, ganz gleich, ob es sich um Automotoren oder Audioverstärker handelt.

- Präzise Steuerung dieser Leistung – Bei einem hochwertigen Elektroauto rührt die Fähigkeit, die Leistung effizient auf die Räder zu übertragen, zum Teil daher, dass die Motoren eines Elektroautos näher bei den Rädern positioniert werden können, die sie antreiben, sodass die Leistung direkter übertragen wird. Ein Beispiel für diesen Effekt ist das, was das neueste, rein elektrisch angetriebene Tesla P85D-Auto mit seiner "höheren Leistung" von der bereits in dieser Klasse führenden Leistung der früheren P85-Modelle unterscheidet: Bei dem neuen Modell wurde die Zahl der Motoren verdoppelt, sodass die Leistungsverteilung auf alle vier Räder ausgewogener und noch direkter erfolgt, was die ohnehin schon beachtliche Leistung auf erstaunliche Weise weiter erhöht, sowohl was die Geschwindigkeit als auch die überzeugende und präzise Handhabung angeht.

Übertragen auf den in seiner Klasse führenden Primare-Stereoverstärker A34.2, bei dem die Leistung durch zwei **UFPD**-Module (eins pro Kanal) bereitgestellt wird, lässt sich auch hier diese beispiellose Leistungsbereitstellung feststellen, die sich zum Teil auf den durch die **UFPD**-Technologie möglichen kurzen Signalweg zurückführen lässt, was auch hier eine direktere und rauschfreie Ausgabe des Audiosignals erlaubt. Der neue Stereoverstärker der A60 Referenzklasse aus der Primare 60er-Serie baut auf dem Leistungskonzept des A34.2 auf, ist jedoch mit der doppelten Anzahl von **UFPD**-Modulen ausgestattet, d.h. zwei pro Kanal, die ihre Leistung an jede Hälfte des ausbalancierten Stereoausgangs des Verstärkers abgeben, wodurch sich eine beachtliche Steigerung der Leistung und maximale, regelbare Leistung erzielen lassen.

- Kein Rauschen – Eine weitere besondere Eigenschaft von Elektroautos ist ihr geräuscharmer Betrieb – sie sind so leise, dass für diejenigen, die die gewohnten Fahrgeräusche nicht missen wollen, die Audiosysteme der Fahrzeuge teilweise die Möglichkeit bieten, die Geräuschkulisse eines leistungsstarken Benzinmotors wiederzugeben. Das gleiche gilt für **UFPD**-Verstärker, auch hier bietet sich die gleiche Überraschung, nämlich der absolut stille Hintergrund, vor dem sie das musikalische Spektrum präsentieren, was für diejenigen, die das Rauschen gewöhnt sind, das dem Klang älterer herkömmlicher Verstärkertopologien innewohnt, zunächst fremd und ungewohnt erscheinen mag. (Doch anders als bei

Autos, deren Audioanlagen teilweise für diejenigen, die die gewohnten „Motorengeräusche“ vermissen, mit optionalen Motorgeräuschen ausgestattet wurden, wird Nutzern von **UFPD**-Verstärkern das Rauschen kaum lange fehlen!)

- Keine Wärmeentwicklung – Die Motoren von Elektroautos erzeugen praktisch keine Wärme, sodass keine sperrigen Lüfter- und Kühlsysteme benötigt werden und sie damit trotz ihrer unvermeidlich großen Akkupacks eine kompakte Größe aufweisen können. In gleicher Weise erfordert auch das **UFPD**-Design keine großformatigen Kühlkörper, die die Transistoren oder den Bereich um extrem heiße Röhren kühlen müssten, um ihren stabilen Betrieb und optimalen Funktionszustand zu gewährleisten.
- Kompaktes elektrisches und physisches Design – Da auf eine Kühlung verzichtet werden kann, aber vor allem auch weil Elektromotoren - genauso wie das gesamte **UFPD**-Verstärkungsmodul - bemerkenswert kleine Maße aufweisen, können Elektroautos kompakt sein, aber dennoch einen überraschend großen Innenraum und viel Laderaum bieten. (So hat ein bestimmtes rein elektrisch angetriebenes Fünfpersonencoupé beispielsweise mehr Laderaum als viele gängige Minivans, wie zum Beispiel zwei Kofferräume – einer vorn und einer hinten –, wobei der hintere Kofferraum auch Sitzplätze für zwei Kinder bieten kann.)

Beim **UFPD**-Modul sind selbst der leistungsfähigste Stereoverstärker und der Siebenkanalverstärker von Primare in einem bemerkenswert kompakten Gehäuse untergebracht, sodass sie auch bei geringem Platzangebot und in Bereichen, die ähnlich leistungsfähige Verstärker mit herkömmlichem Design nicht aufnehmen könnten, aufgestellt werden können.

- Umweltschonend – Elektroautos sind im Vergleich sehr „Kraftstoff“-effizient und haben einen geringen CO<sub>2</sub>-Fußabdruck. Auch in dieser Hinsicht weist die **APFC**-Stromversorgung viele Ähnlichkeiten auf; da auch dieses im Stand-by-Betrieb, aber auch wenn es für kraftvolle Dynamikspitzen viel Strom bereitstellen muss, wenig Energie benötigt. Zudem entstehen auch hier „keinerlei Emissionen“, da es keine Störungen in das Stromnetz zurücksendet, die die auch andere Komponenten der Anlage mit Strom versorgende elektrische Umgebung nicht „verschmutzt“.

Insgesamt könnte man einen **UFPD/APFC**-Verstärker von Primare im übertragenen Sinne als das beste „Hochleistungsfahrzeug“ sehen, in dem man sich durch die klare Schönheit einer unvergleichlichen Klangwelt bewegen lassen kann - nach heutigen aber auch künftigen Maßstäben.

### **Für technisch Versierte**

Der Begriff "Class D" wird manchmal falsch im Sinne von "Digital"-Verstärker verstanden. Zwar werden manche Class D-Verstärker tatsächlich durch digitale Schaltungen geregelt oder enthalten digitale Signalverarbeitungsbauteile, doch arbeiten **UFPD**-Module von Primare vollständig analog. Im Wesentlichen nimmt das **UFPD**-Verstärkermodul eine analoge Eingangssinuswelle und wandelt sie in eine hochfrequente pulsbreitenmodulierte Rechteckwelle zur Verstärkung um. Diese Rechteckwelle wird dann gefiltert, sodass am Ausgang eine verstärkte analoge Sinuswelle anliegt.

Die Leistungsvorteile, die die Class D-Verstärkung ermöglicht, begründen sich größtenteils in der Fähigkeit der Schaltung, einen wesentlich größeren Anteil der Eingangsleistung als Musiksinal wieder ausgeben zu können.

- Effizienz Class A: 20%
- Effizienz Class B: 50%
- Effizienz Class AB: 75%
- Effizienz Class D: 90-95%

Primare baut auf diesem grundlegenden Effizienzvorteil des **UFPD**-Schaltungsdesigns auf und behandelt alle Signale gleich, unabhängig von der Frequenz oder Flankensteilheit, und ist in der Lage, die Filterresonanz vollständig zu unterdrücken. Dadurch wird der Klirrfaktor bei allen Frequenzen auf sehr niedrigem Niveau gehalten. Dank eines sehr weiten, „lastunabhängigen“ Frequenzbereichs ist der **UFPD**-Verstärker in der Lage, nahezu jeden Lautsprecher kontrolliert und präzise anzusteuern.

Statt Verstärker und Filter als diskrete Stufen zu behandeln, sind beide beim **UFPD**-Design integriert, sodass man eine ungleich direktere und genauere Kontrolle der Rückkopplung erhält. Der **UFPD**-Verstärker passt die Rückkopplungs-Schleifenverstärkung aktiv an und hält so die gesamte Schleife vom Einschalten über das Clipping bis hin zum Stromlimit stabil. Er registriert die Veränderungen am Filterausgang und kompensiert diese durch Dosierung des richtigen Maßes an Rückkopplung. Diese adaptive Regelung ermöglicht einige dB mehr an konstanter Schleifenverstärkung über den gesamten Audio-Frequenzbereich hinweg sowie behält unabhängig von Last-(Impedanz-)schwankungen eine konstante Leistung bei.

Die **APFC**-Stromversorgung steuert den aus dem Netz entnommenen Strom so, dass eine reine Sinuswelle mit derselben Frequenz und Phase, die die Spannung aus dem Stromnetz hat, zur Verfügung steht. Die Isolierstufe des Wandlers arbeitet in einem ZVS-Modus, daher enthalten die Schaltflanken weniger Oberschwingungen, was weniger elektromagnetische Störstrahlung und damit ein sauberes Arbeitsumfeld für die Verstärker zur Folge hat.