Produktdatenblatt

Spezifikationen



Frequenzumrichter ATV630, 22 kW, 380-480 V, 46,3 A

ATV630D22N4Z

EAN Code: 3606489739775

Hauptmerkmale

Baureihe	Altivar Prozess ATV600
Produktspezifische Anwendung	Prozesse und Hilfsmittel
Produkt- oder Komponententyp	Antrieb mit variabler Geschwindigkeit
Variante	Standardversion
Kurzbezeichnung des Geräts	ATV630
Montagemodus	Montage im Schaltschrank
Kommunikationsprotokoll	Modbus TCP Ethernet Modbus, seriell
[UH,nom] Bemessungs-Betriebsspannung	380 - 480 V -15 - +10 %
[UH,nom] Bemessungs-Betriebsspannung	380 - 480 V
Relative symmetrische Netzspannungstoleranz	10 %
Relative symmetrische Netzfrequenztoleranz	5 %
Nennausgangsstrom	46,3 A
Schutzart (IP)	IP21
Produktbestimmung	Asynchronmotoren Synchronmotoren
EMV-Filter	Integriert mit 10 m entspricht IEC 61800-3 Kategorie C2 Integriert mit 50 m entspricht IEC 61800-3 Kategorie C3 Mit EMC-Platte als Option
Schutzart (IP)	IP20 entspricht IEC 61800-5-1 IP20 entspricht IEC 60529
Kühlungstyp	Erzwungene Konvektion
Versorgungsfrequenz	50 - 60 Hz -5 - 5 %
Motorleistung (kW)	22 kW (Normalbetrieb) 18,5 kW (Schwerlastbetrieb)
Motorleistung (HP)	30 hp Normalbetrieb 25 hp Schwerlastbetrieb
Netzstrom	39,6 A bei 380 V (Normalbetrieb) 34,4 A bei 480 V (Normalbetrieb) 34,1 A bei 380 V (Schwerlastbetrieb) 29,9 A bei 480 V (Schwerlastbetrieb)
Kontinuierlicher Ausgangsstrom	46,3 A bei 4 kHz für Normalbetrieb 39,2 A bei 4 kHz für Schwerlastbetrieb
Ausgangsfrequenz des Drehzahlreglers	0,1…500 Hz
Sicherheitsfunktion	STO (Safe Torque Off) Sicher abgeschaltetes Drehmoment SIL 3

Bruttopreisliste für Deutschland zuzüglich Zuschläge, Frachtkosten und Mehrwertsteuer, gültig ab dem 1. Januar 2024. Irrtum und Änderungen vorbehalten. Es gelten die AGBs der Schneider Electric GmbH.

Haftungsausschluss: Diese Dokumentation dient nicht als Ersatz für die Beurteilung der Eignung oder Verlässlichkeit dieser Produkte für bestimmte Verwendungsbereiche des Benutzers und darf nicht zu diesem Zweck verwendet werden.

Optionskarte	Steckplatz A: Kommunikationsmodul, Profibus DP V1 Steckplatz A: Kommunikationsmodul, Profinet Steckplatz A: Kommunikationsmodul, DeviceNet Steckplatz A: Kommunikationsmodul, Modbus TCP/EtherNet/IP Steckplatz A: Kommunikationsmodul, CANopen Daisy Chain RJ45 Steckplatz A: Kommunikationsmodul, CANopen SUB-D 9 Steckplatz A: Kommunikationsmodul, CANopen Schraubklemmen Steckplatz A/Steckplatz B: Erweiterungsmodul für digitale und analoge E/A Steckplatz A/Steckplatz B: Erweiterungsmodul für Ausgangsrelais Steckplatz A: Kommunikationsmodul, Ethernet IP/Modbus TCP/MD-Link Kommunikationsmodul, BACnet MS/TP Kommunikationsmodul, Ethernet Powerlink

Zusatzmerkmale

Anzahl diskrete Eingänge	8
Diskreter Eingangstyp	DI7, DI8 programmierbar als Pulseingang: 0…30 kHz, 24 V DC (= 30 V)
Diskrete Eingangslogik	16 voreingestellte Drehzahlen
Anzahl diskrete Ausgänge	0
Diskreter Ausgangstyp	Relaisausgänge R1A, R1B, R1C 250 V AC 3000 mA Relaisausgänge R1A, R1B, R1C 30 V DC 3000 mA Relaisausgänge R2A, R2C 250 V AC 5000 mA Relaisausgänge R2A, R2C 30 V DC 5000 mA Relaisausgänge R3A, R3C 250 V AC 5000 mA Relaisausgänge R3A, R3C 30 V DC 5000 mA
Anzahl der Analogeingänge	3
Analoger Eingangstyp	AI1, AI2, AI3 Software-konfigurierbare Spannung: 0 - 10 V DC, Impedanz: 31,5 kOhm, Auflösung 12 Bits AI1, AI2, AI3 Software-konfigurierbarer Strom: 0 - 20 mA, Impedanz: 250 Ohm, Auflösung 12 Bits AI2 Spannung-Analogeingang: -10 - 10 V DC, Impedanz: 31,5 kOhm, Auflösung 12 Bits
Anzahl der Analogausgänge	2
Analoger Ausgangstyp	Software-konfigurierbare Spannung AQ1, AQ2: 0 - 10 V DC Widerstand 470 Ohm, Auflösung 10 Bit Software-konfigurierbarer Strom AQ1, AQ2: 0 - 20 mA, Auflösung 10 Bit Software-konfigurierbarer Strom DQ-, DQ+: 30 V DC Software-konfigurierbarer Strom DQ-, DQ+: 100 mA
Relaisausgangsnummer	3
Relais-Ausgangstyp	Konfigurierbare Relais-Logik R1: Störungsrelais Schließer/Öffner elektrische Lebensdauer 100000 Zyklen Konfigurierbare Relais-Logik R2: Sequenzrelais nein elektrische Lebensdauer 100000 Zyklen Konfigurierbare Relais-Logik R3: Sequenzrelais nein elektrische Lebensdauer 100000 Zyklen
Max. Schaltstrom	Relaisausgang R1, R2, R3 auf ohmsch Last, cos phi = 1: 3 A bei 250 V AC Relaisausgang R1, R2, R3 auf ohmsch Last, cos phi = 1: 3 A bei 30 V DC Relaisausgang R1, R2, R3 auf induktiv Last, cos phi = 0,4 und L/R = 7 ms: 2 A bei 250 V AC Relaisausgang R1, R2, R3 auf induktiv Last, cos phi = 0,4 und L/R = 7 ms: 2 A bei 30 V DC
Min. Schaltstrom	Relaisausgang R1, R2, R3: 5 mA bei 24 V DC
Anzahl der Netzphasen	3 Phasen
Physikalische Schnittstelle	Ethernet 2-Draht- RS 485
Zugriffsmethode	Slave Modbus TCP
Übertragungsgeschwindigkeit	10, 100 Mbits 4.800, 9.600, 19.200 BpS, 38,4 Kbit/s
Übertragungsrahmen	RTU
Ausgangsspannung	= Versorgungsspannung

Zulässige temporäre Stromverstärkung	1,1 x In während 60 s (Normalbetrieb) 1,5 x In während 60 s (Schwerlastbetrieb)
Datenformat	8 Bits, einstellbar auf ungerade, gerade oder keine Parität
Polarisierungsart	Keine Impedanz
Frequenzauflösung	Anzeigeeinheit: 0,1 Hz Analogeingang: 0,012/50 Hz
Elektrische Verbindung	Steuerung: abnehmbare Schraubklemmen 0,5 - 1,5 mm²/AWG 20 - AWG 16 Motor: Schraubklemme 16 mm²/AWG 6 Leitungsseite: Schraubklemme 10 - 16 mm²/AWG 8 - AWG 6
Anschlusstyp	RJ45 (am dezentralen grafischen Terminal) für Ethernet/Modbus TCP RJ45 (am dezentralen grafischen Terminal) für Modbus, seriell
Austauschmodus	Halbduplex, Vollduplex, Auto-Negotation Ethernet/Modbus TCP
Anzahl der Adressen	1…247 für Modbus, seriell
Versorgung	Externe Stromversorgung für Digitaleingänge: 24 V DC (19…30 V), <1,25 mA, Schutztyp: Überlast- und Kurzschlussschutz Interne Stromversorgung für Sollwertpotentiometer (1 bis 10 kOhm): 10,5 V DC +/-5 %, <10 mA, Schutztyp: Überlast- und Kurzschlussschutz Interne Stromversorgung für Digitaleingänge und STO: 24 V DC (21…27 V), <200 mA, Schutztyp: Überlast- und Kurzschlussschutz
Lokale Signalisierung	3 LEDs für lokale Diagnose 3 LEDs (zweifarbig) für Status der integrierten Kommunikation 4 LEDs (zweifarbig) für Status Kommunikationsmodul 1 LED (rot) für Vorhandensein von Spannung
Kompatibilität der Eingänge	DI1...DI6: Diskreter Eingang Level 1 SPS entspricht IEC 61131-2 DI5, DI6: Diskreter Eingang Level 1 SPS entspricht IEC 65A-68 STOA, STOB: Diskreter Eingang Level 1 SPS entspricht IEC 61131-2
Diskrete Eingangslogik	Positive Logik (Quelle) (DI1...DI8), 5 V (Stellung 0), 11 V (Stellung 1) Negative Logik (Senke) (DI1...DI8), 16 V (Stellung 0), 10 V (Stellung 1)
Abtastdauer	2 ms +/- 0,5 ms (DI1...DI4) - Diskreter Eingang 5 ms +/- 1 ms (DI5, DI6) - Diskreter Eingang 5 ms +/- 0,1 ms (AI1, AI2, AI3) - Analogeingang 10 ms +/- 1 ms (AO1) - Analogausgang
Genauigkeit	+/- 0,6 % AI1, AI2, AI3 bei Temperaturschwankung von 60 °C Analogeingang +/-1 % AO1, AO2 bei Temperaturschwankung von 60 °C Analogausgang
Linearitätsfehler	AI1, AI2, AI3: +/- 0,15 % des Höchstwerts für Analogeingang AO1, AO2: +/- 0,2 % für Analogausgang
Aktualisierungszeit	Relaisausgang (R1, R2, R3): 5 ms (+/- 0,5 ms)
Isolierung	Zwischen Leistungs- und Steuerungsklemmen
Anwendungsauswahl Frequenzumrichter	Gebäude – HLK Zentrifugalverdichter Lebensmittel- und Getränkeindustrie andere Anwendung Bergbau, Mineralogie, Metallurgie Lüfter Bergbau, Mineralogie, Metallurgie Pumpe Öl und Gas Lüfter Wasser und Abwasser andere Anwendung Gebäude – HLK Schraubenverdichter Lebensmittel- und Getränkeindustrie Pumpe Lebensmittel- und Getränkeindustrie Lüfter Lebensmittel- und Getränkeindustrie Zerstäubung Öl und Gas elektrische Tauchpumpe (electrically submersible pump, ESP) Öl und Gas Wassereinspritzpumpe Öl und Gas Treibstoffpumpe Öl und Gas Verdichter für Raffinerie Wasser und Abwasser Zentrifugalpumpe Wasser und Abwasser Verdrängerpumpe Wasser und Abwasser elektrische Tauchpumpe (electrically submersible pump, ESP) Wasser und Abwasser Schraubenpumpe Wasser und Abwasser Kolbenverdichter Wasser und Abwasser Schraubenverdichter Wasser und Abwasser Zentrifugalverdichter Wasser und Abwasser Lüfter Wasser und Abwasser Förderanlage Wasser und Abwasser Mischer

Motorleistungsbereich AC-3	15…25 kW bei 380…440 V 3 Phasen 15…25 kW bei 480…500 V 3 Phasen
Gehäusemontage	Mit Kühlkörper
4-Quadranten-Betrieb möglich	Falsch
Profil der Asynchronmotorsteuerung	Konstanter Standard-Drehmoment Optimierter Drehmomentmodus Variabler Standard-Drehmoment
Steuerungsprofil für Synchronmotoren	Permanentmagnet-Motor Synchron-Reluktanzmotor
Max. Ausgangsfrequenz	500 kHz
Beschleunigungs- und Verzögerungsrampen	Linear getrennt einstellbar von 0,01 - 9999 s
Motorschlupfkompensation	Einstellbar Deaktivierbar Nicht in der Permanentmagnet-Motorregelung verfügbar Automatisch, unabhängig von der Last
Taktfrequenz	2 - 12 kHz einstellbar 4 - 12 kHz mit Leistungsminderungsfaktor
Nennschaltfrequenz	4 kHz
Bremsen bis Stillstand	Durch Gleichstromeinspeisung
Bremsshopper integriert	Falsch
Max. Eingangsstrom	39,6 A
Max. Ausgangsspannung	480,0 V
Scheinleistung	28,6 kVA bei 480 V (Normalbetrieb) 24,9 kVA bei 480 V (Schwerlastbetrieb)
Max. Spitzenstrom	50,9 A während 60 s (Normalbetrieb) 58,8 A während 60 s (Schwerlastbetrieb)
Netzwerkfrequenz	50 - 60 Hz
Potenziallinie Isc	50 kA
Grundlaststrom bei hoher Überlast	39,2 A
Grundlaststrom bei niedriger Überlast	46,3 A
Verlustleistung in W	Natürliche Konvektion: 68 W bei 380 V, Schaltfrequenz 4 kHz Erzwungene Konvektion: 505 W bei 380 V, Schaltfrequenz 4 kHz
mit Sicherheitsfunktion Safely Limited Speed (SLS)	Falsch
mit Sicherheitsfunktion Safe brake management (SBC/SBT)	Falsch
mit Sicherheitsfunktion Safe Operating Stop (SOS)	Falsch
mit Sicherheitsfunktion Safe Position (SP)	Falsch
mit Sicherheitsfunktion Safe programmable logic	Falsch
mit Sicherheitsfunktion Safe Speed Monitor (SSM)	Falsch
mit Sicherheitsfunktion Safe Stop 1 (SS1)	Falsch
mit Sicherheitsfunktion Safe Stop 2 (SS2)	Falsch
mit Sicherheitsfunktion Safe torque off (STO)	Richtig
mit Sicherheitsfunktion Safely Limited Position (SLP)	Falsch
mit Sicherheitsfunktion Safe Direction (SDI)	Falsch

Schutzart	Thermischer Schutz: Motor Safe Torque Off (sicher abgeschaltetes Drehmoment): Motor Motorphasenausfall: Motor Thermischer Schutz: Antrieb Safe Torque Off (sicher abgeschaltetes Drehmoment): Antrieb Übertemperatur: Antrieb Überstrom zwischen Ausgangsphasen und Erde: Antrieb Überlast der Ausgangsspannung: Antrieb Kurzschlussschutz: Antrieb Motorphasenausfall: Antrieb Überspannungen auf dem DC-Bus: Antrieb Überspannungsschutz Versorgungsspannung: Antrieb Unterspannungserkennung Netzspannung: Antrieb Phasenausfallserkennung der Versorgungsspannung: Antrieb Überdrehzahl: Antrieb Unterbrechungserkennung im Steuerstromkreis: Antrieb
Menge pro Satz	1
Breite	195 mm
Höhe	480 mm
Tiefe	225,5 mm
Produktgewicht	13,7 kg

Montage

Isolationswiderstand	> 1 MOhm 500 V DC für 1 Minute gegen Masse
Geräuschpegel	59,5 dB entspricht 86/188/EEC
Verschmutzungsgrad	2 entspricht IEC 61800-5-1
Vibrationsfestigkeit	1,5 mm Spitze zu Spitze (f= 2…13 Hz) entspricht IEC 60068-2-6 1 Gn (f= 13…200 Hz) entspricht IEC 60068-2-6
Stoßfestigkeit	15 Gn für 11 ms entspricht IEC 60068-2-27
Relative Luftfeuchtigkeit	5…95 % Betauung nicht zulässig entspricht IEC 60068-2-3
Umgebungstemperatur bei Betrieb	-15…50 °C (ohne Leistungsreduzierung) 50…60 °C (mit Leistungsminderungsfaktor)
Betriebshöhe	= 1.000 m ohne Leistungsreduzierung 1000 - 4800 m mit Stromreduzierung 1 % pro 100 m
Betriebsposition	Senkrecht +/- 10 Grad
Produktzertifizierungen	ATEX Zone 2/22 CSA TÜV DNV-GL UL ATEX INERIS
Beschriftung	CE
Normen	UL 508C IEC 61800-3 IEC 61800-3 Umgebung 1 Kategorie C2 EN/IEC 61800-3 Umgebung 2 Kategorie C3 IEC 61800-5-1 IEC 61000-3-12 IEC 60721-3 IEC 61508 IEC 13849-1
Max. THDI	<48 % Von 80 bis 100 % Last entspricht IEC 61000-3-12
Bauweise	Mit Kühlkörper

Elektromagnetische Verträglichkeit	Störfestigkeitsprüfung bei elektrostatischer Entladung Level 3 entspricht IEC 61000-4-2 Prüfung der Störfestigkeit gegen abgestrahlte hochfrequente elektromagnetische Felder Level 3 entspricht IEC 61000-4-3 Elektrische Funkentstörfestigkeitsprüfung Stufe 4 entspricht IEC 61000-4-4 1,2/50 µs - 8/20 µs Störfestigkeitsprüfung Level 3 entspricht IEC 61000-4-5 Leitungsgebundene HF-Störfestigkeitsprüfung Level 3 entspricht IEC 61000-4-6
Umweltklasse (während des Betriebs)	Klasse 3C3 gemäß IEC 60721-3-3 Klasse 3S3 gemäß IEC 60721-3-3
Max. Beschleunigung bei Stoßeinwirkung (während des Betriebs)	150 m/s² bei 11 ms
Max. Beschleunigung unter Rüttelbelastung (während des Betriebs)	10 m/s² bei 13 - 200 Hz
Max. Durchbiegung unter Rüttelbelastung (während des Betriebs)	1,5 mm bei 2 - 13 Hz
Zulässige relative Luftfeuchtigkeit (während des Betriebs)	Klasse 3K5 gemäß EN 60721-3
Kühlluftvolumen	215 m3/h
Überspannungskategorie	III
Regelkreis	Einstellbarer PID-Regler
Geräuschpegel	59,5 dB
Verschmutzungsgrad	2
Umgebungslufttemperatur beim Transport	-40…70 °C
Umgebungstemperatur bei Lagerung	-40…70 °C

Verpackungseinheiten

VPE 1 Art	PCE
Anzahl der Geräte pro Packung	1
VPE 1 Höhe	29,000 cm
VPE 1 Breite	24,000 cm
VPE 1 Länge	65,000 cm
Verpackungsgewicht (Lbs)	15,549 kg
VPE 2 Art	S06
VPE 2 Menge	2
VPE 2 Höhe	75,000 cm
VPE 2 Breite	60,000 cm
VPE 2 Länge	80,000 cm
VPE 2 Gewicht	41,102 kg

Vertragliche Gewährleistung

Garantie (in Monaten)	18

Environmental Data

Schneider Electric hat sich zum Ziel gesetzt, den Net Zero-Status bis 2050 durch Lieferkettenpartnerschaften, Materialien mit geringerer Auswirkung und Kreislaufbildung über unsere laufende Kampagne "Use Better, Use Longer, Use Again" zu erreichen, um die Lebensdauer und Recyclingfähigkeit der Produkte zu verlängern.

Erläuterung der Environmental Data >

Wie wir die Produktnachhaltigkeit bewerten >

Umweltbilanz

Total lifecycle Carbon footprint	**6 768 kg CO2 eq.**
CO_2-Fußabdruck der Herstellungsphase [A1 bis A3]	**175 kg CO2 eq.**
CO_2-Fußabdruck der Distributionsphase [A4]	**3 kg CO2 eq.**
CO_2-Fußabdruck der Installationsphase [A5]	**5 kg CO2 eq.**
CO_2-Fußabdruck der Nutzungsphase [B2, B3, B4, B6]	**6 565 kg CO2 eq.**
CO_2-Fußabdruck der End-of-Life-Phase [C1 bis C4]	**19 kg CO2 eq.**
Umweltproduktdeklaration	**Produktumweltprofil**

Use Better

Materialien und Verpackung

Durchschnittlicher Prozentsatz des recycleten Kunststoffgehaltes	**1 %**
Durchschnittlicher Prozentsatz der ASI-zertifizierten Metalle	**100 %**
Verpackung mit Recycling-Karton	**Ja**
Verpackung ohne Kunststoff	**Ja**
SCIP-Nummer	**177ffe90-57bc-4cf0-afda-6742102a11bc**
EU-RoHS-Richtlinie	**Freistellungskonform**
REACh-Verordnung	**Produkt beinhaltet besorgniserregende Stoffe (SVHC) über dem Schwellwert**

Energieeffizienz

Eingesparte und vermiedene Produktbeiträge	**Ja**

Use Again

Reproduktion

Recyclingfähigkeitspotential in %	**79**
Circular Econmomy-Eignung	**Entsorgungsinformationen**
Rücknahme	**Ja**
WEEE-Kennzeichnung	**Das Produkt muss entsprechend bestimmter Hinweise auf Märkten der Europäischen Union entsorgt werden und darf nicht in Haushaltsabfälle gelangen.**

Maßzeichnungen

Abmessungen

Vorderansicht, linksseitige Ansicht und Rückansicht

Montage und Abstand

Montagetypen

Montagetyp A : Einzelmontage IP21 und IP55

Baugrößen 1, 2, 3, 3S und 5S: a ≥ 100 mm (3,9 in.)
Baugrößen 4, 5 und 6: a ≥ 110 mm (4,33 in.)

Abstände

Baugröße	X1		X2		X3	
	mm	in.	mm	in.	mm	in.
1 bis 5	≥ 100	≥ 3,94	≥ 100	≥ 3,94	≥ 10	≥ 0,39
6	≥ 250	≥ 10	≥ 250	≥ 10	≥ 100	≥ 3,94

Anschlüsse und Schema

Dreiphasige Spannungsversorgung mit vorgeschalteter Unterbrechung durch Netzschütz

Anschlusspläne entsprechend den Normen EN 954-1 Kategorie 1 und IEC/EN 61508 Sicherheits-Integritätslevel SIL1, Stoppkategorie 0 in Übereinstimmung mit der Norm IEC/EN 60204-1

(1) Netzdrossel, sofern verwendet
(2) Einstellung „Betriebszustand „Fehler“ des Relais R1 zum Ausschalten des Produkts verwenden, wenn ein Fehler erkannt wird.
A1: Antrieb
KM1 : Netzschütz
Q2, Q3 : Schutzschalter
S1, S2 : Drucktaster
T1 : Transformator für den Steuerteil

Dreiphasige Spannungsversorgung mit nachgeschalteter Unterbrechung durch Schaltschütz

Anschlusspläne entsprechend den Normen EN 954-1 Kategorie 1 und IEC/EN 61508 Sicherheits-Integritätslevel SIL1, Stoppkategorie 0 in Übereinstimmung mit der Norm IEC/EN 60204-1

(1) Netzdrossel, sofern verwendet
(2) Einstellung „Betriebszustand „Fehler“ des Relais R1 zum Ausschalten des Produkts verwenden, wenn ein Fehler erkannt wird.
A1: Antrieb
KM1 : Schaltschütz

Anschlussschema Steuerblock

(1) Safe Torque Off: sicher abgeschaltetes Drehmoment
(2) Analogausgang
(3) Digitaleingang
(4) Sollwertpotentiometer
(5) Analogeingang
R1A, R1B, R1C : Fehlerrelais
R2A, R2C : Phasenfolgerelais
R3A, R3C : Phasenfolgerelais

Sensoranschluss

An den Klemmen AI2 oder AI3 können 1 oder 3 Sensoren angeschlossen werden.

Konfiguration als Senke/Quelle (Schalter)

Der Schalter wird verwendet, um die Funktion der Logikeingänge an die Technologie der programmierbaren Steuerungsausgänge anzupassen.

- Den Schalter auf „Quelle“ einstellen (werkseitige Einstellung), wenn SPS-Ausgänge mit PNP-Transistoren verwendet werden.
- Den Schalter auf „Ext“ einstellen, wenn SPS-Ausgänge mit NPN-Transistoren verwendet werden.

Schalter in Stellung „SRC (Quelle)“ bei Verwendung der Ausgangsversorgung für die Digitaleingänge

Schalter in Stellung „SRC (Quelle)“ und Verwendung einer externen Versorgung für die Digitaleingänge

Schalter in Stellung „SK (Senke)“ bei Verwendung der Ausgangsversorgung für die Digitaleingänge

Schalter in Stellung „EXT“ bei Verwendung einer externen Versorgung für die Digitaleingänge

Leistungskurven

Derating-Kurven

40 °C (104 °F) - Montagetyp A, B und C
50 °C (122 °F) - Montagetyp A, B und C
60 °C (140 °F) - Montagetyp B und C
In : Nennstrom des Umrichters
SF : Schaltfrequenz