

Modulator Test Facility

Ergebnisse, Erfolge und Ausblick

Technisches Seminar

Zeuthen, 15. Nov 2011

Mirko Grimberg

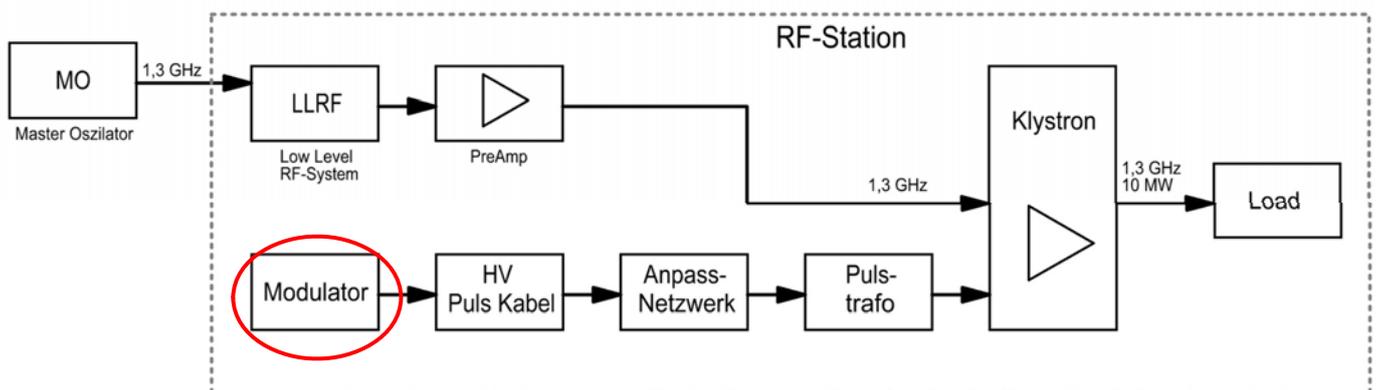
Gliederung

- Einleitung
- MTF
 - Komponenten, Funktionsweise
 - math. Beschreibung, Simulation
 - Messungen, Untersuchungen und Modifikationen
- Ergebnisse, Zahlen & Daten
- Bilder (Aufbau, Test's, Modifikationen)

Einleitung

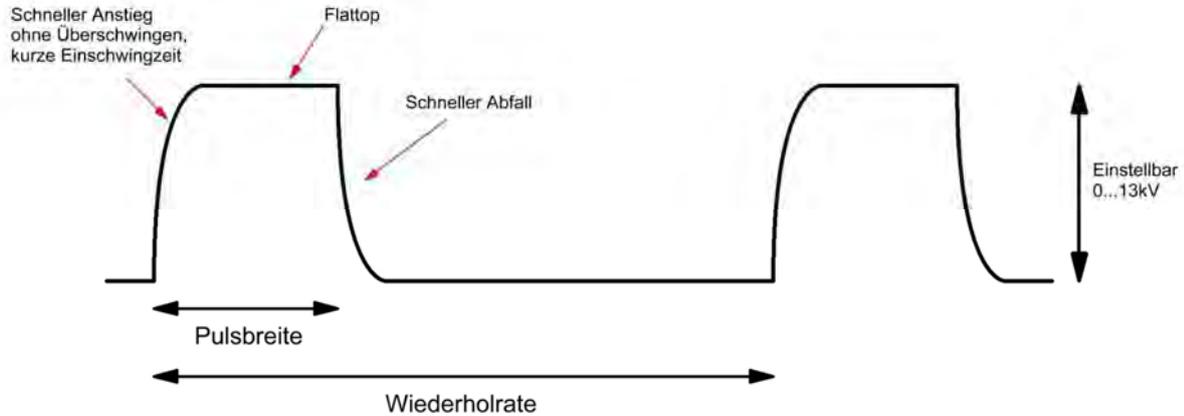
- Für den XFEL werden 27 RF-Stationen benötigt.
=> Jede RF-Station braucht einen Modulator.
=> Modulatoren sollen von der Industrie gefertigt werden
- Test der Modulatoren im Verbund einer kompletten RF-Station
- Sommer 2005: Entscheidung einen Modulator Teststand zu bauen
- Erstellung der Ausschreibungsunterlagen, Spezifikation
- Internationale Ausschreibung
=> Auswahl von zwei Herstellern (Thomson, Imtech-Vonk)
=> Jeder Hersteller fertigt einen Prototypen
- Prototyp muss seine Eignung für den XFEL unter Beweis stellen
=> Messungen, Untersuchungen bei DESY, Standort Zeuthen
=> Modifikation und Anpassung der Modulatoren an die Anforderungen des XFEL
=> Feststellung der Eignung für den XFEL
- Zweite, begrenzte Ausschreibung

Komponenten und Funktionsweise



RF-Station MTF

Komponenten und Funktionsweise

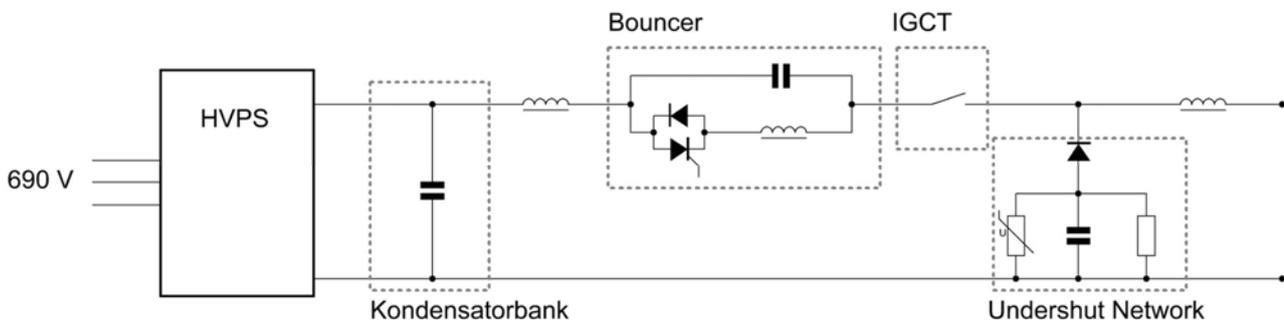


Wiederholrate: 1...30Hz
Pulsbreite: bis zu 1,7 ms

Spannung: 0...13kV
Strom: 0...2kA

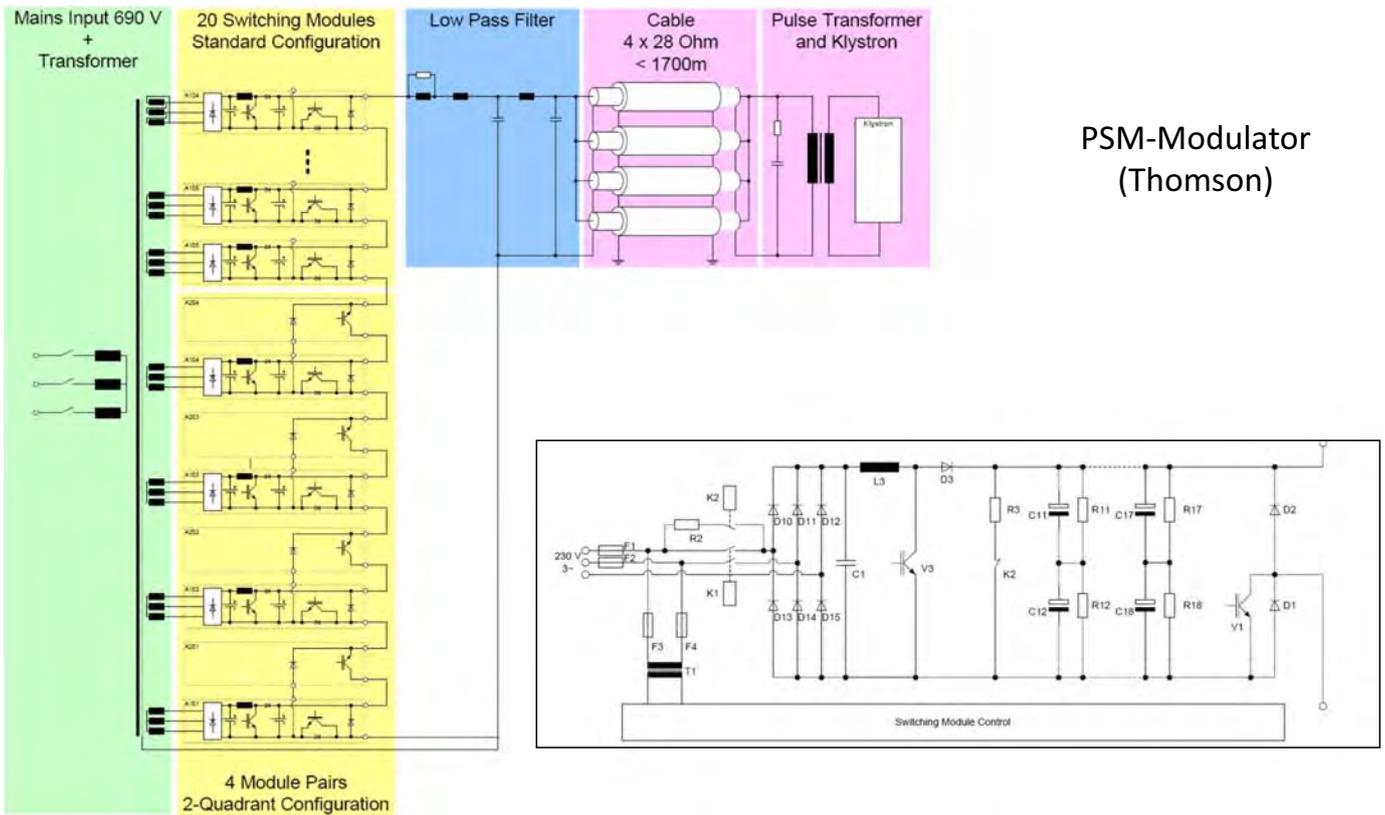
Pulspower: 16 MW
Puls Flatness: $\pm 0,3\%$

Komponenten und Funktionsweise

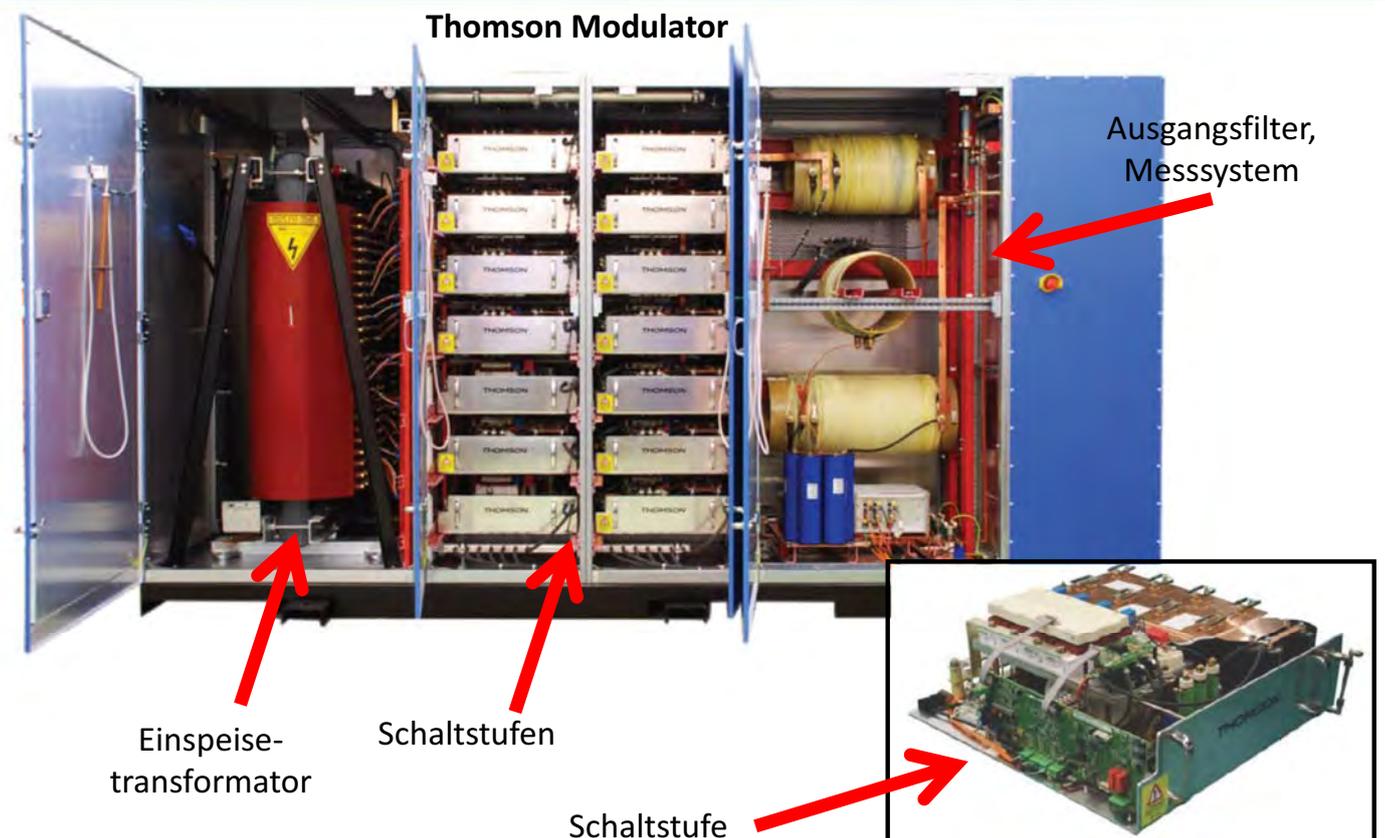


Bouncer Typ (Imtech-Vonk, PPT)

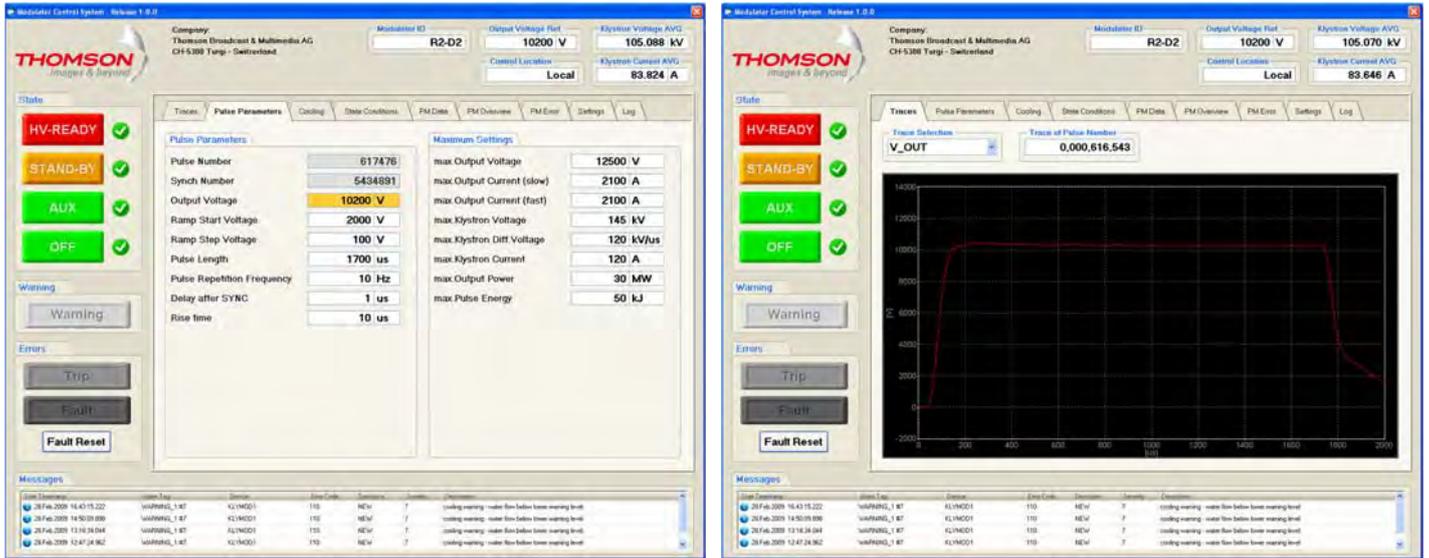
Komponenten und Funktionsweise



Komponenten und Funktionsweise

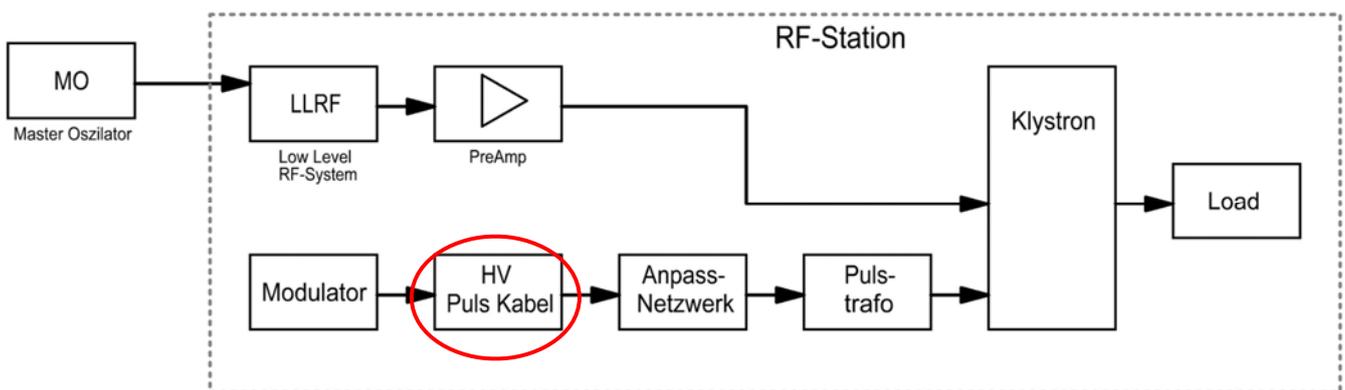


Komponenten und Funktionsweise

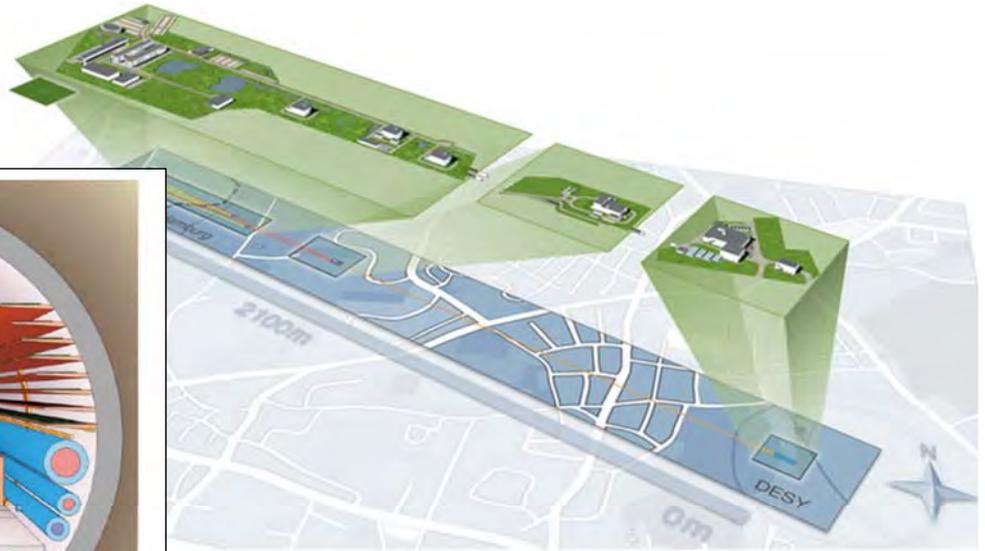


GUI Thomson Modulator

Komponenten und Funktionsweise



Komponenten und Funktionsweise

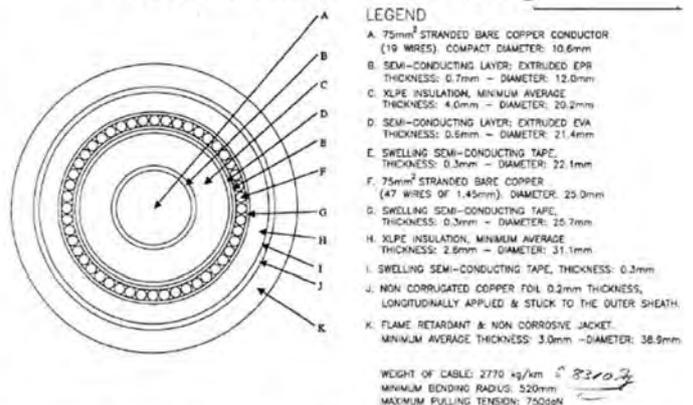


Pulskabel beim XFEL

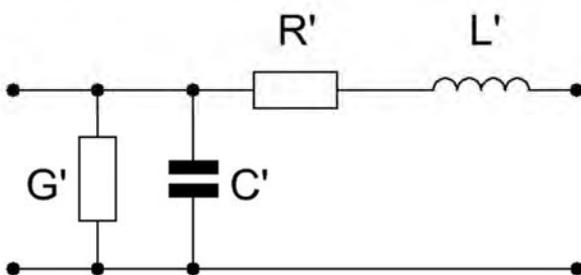
Komponenten und Funktionsweise



Construction drawing



Das Pulskabel darf beim XFEL keine elektromagnetischen Felder in seine Umgebung emittieren!



$$\frac{dU(z)}{dz} = (R' + j\omega L') * I(z)$$

$$\frac{dI(z)}{dz} = (G' + j\omega C') * U(z)$$

$$Z_{Kabel} = \frac{Z_0}{2 * \pi * \sqrt{\epsilon_r}} * \ln\left(\frac{d_2}{d_1}\right)$$

$$U(z) = U_h * e^{-\gamma z} + U_r(z) * e^{+\gamma z}$$

$$I(z) = I_h * e^{-\gamma z} - I_r(z) * e^{+\gamma z}$$

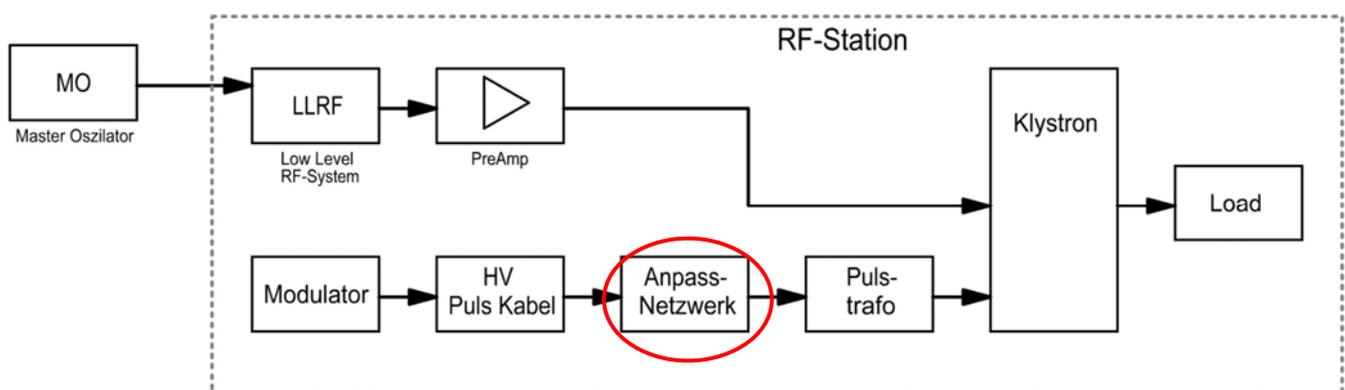
mit $\gamma = \sqrt{(R' + j\omega L')(G' + j\omega C')}$

Komponenten und Funktionsweise

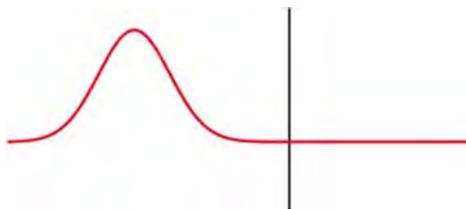
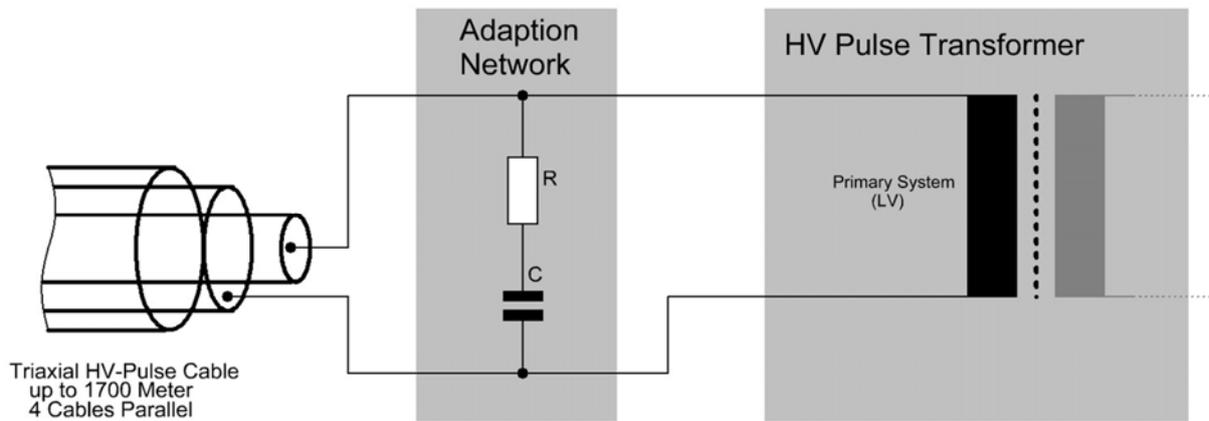


Kabeltrasse mit 625 Meter Puls-kabel am Modulator Teststand

Komponenten und Funktionsweise



Komponenten und Funktionsweise



Quelle: Wikipedia

$$r = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$$

Z_L = Lastimpedanz
 Z_0 = Leitungsimpedanz

Komponenten und Funktionsweise

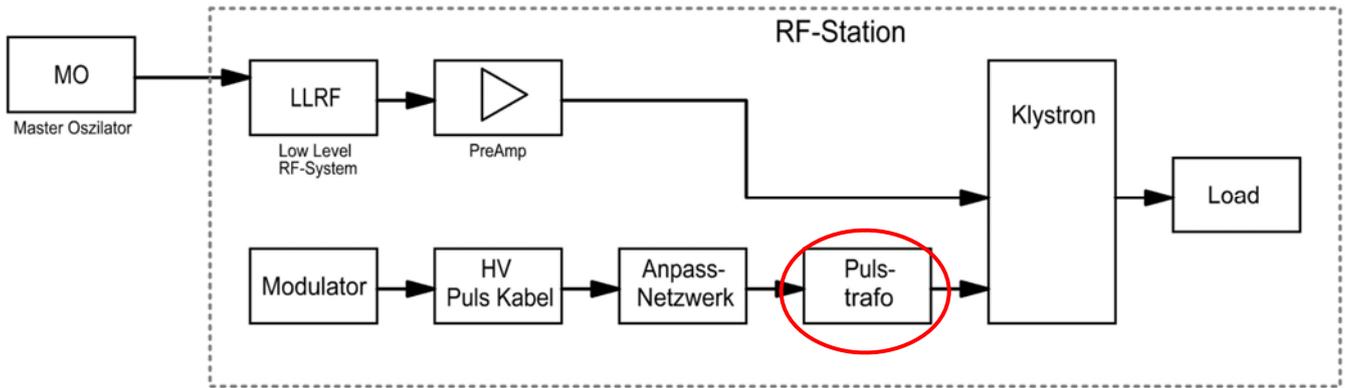


Anpassnetzwerk,

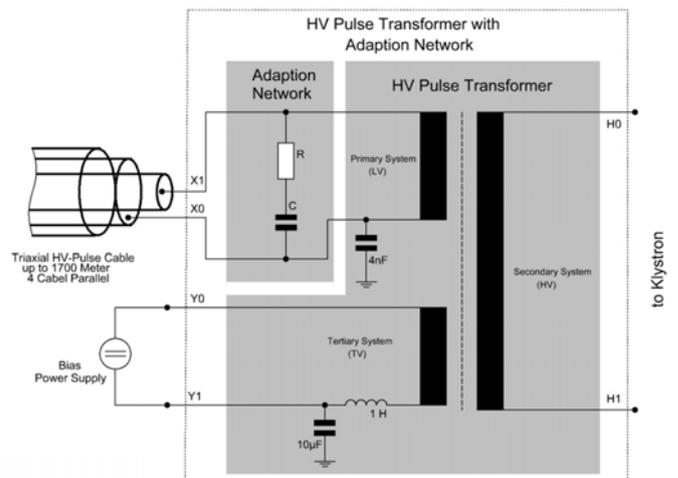
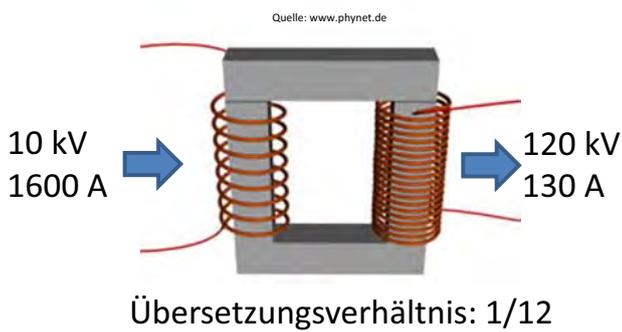
entwickelt und gebaut bei DESY, Standort Zeuthen (RF-Group)

Pulstransformator

Komponenten und Funktionsweise

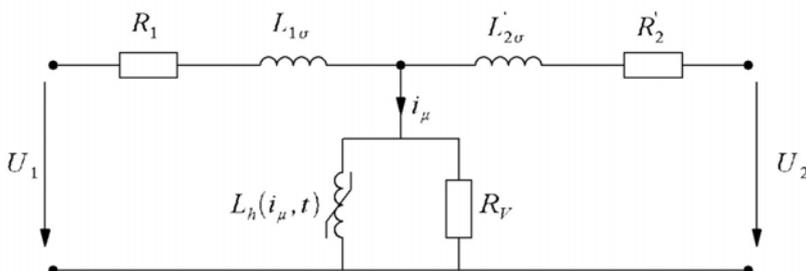


Komponenten und Funktionsweise



Transformatorprinzip funktioniert
Nur für zeitveränderliche Größen

$$U = N \frac{d\Phi}{dt}$$



Komponenten und Funktionsweise

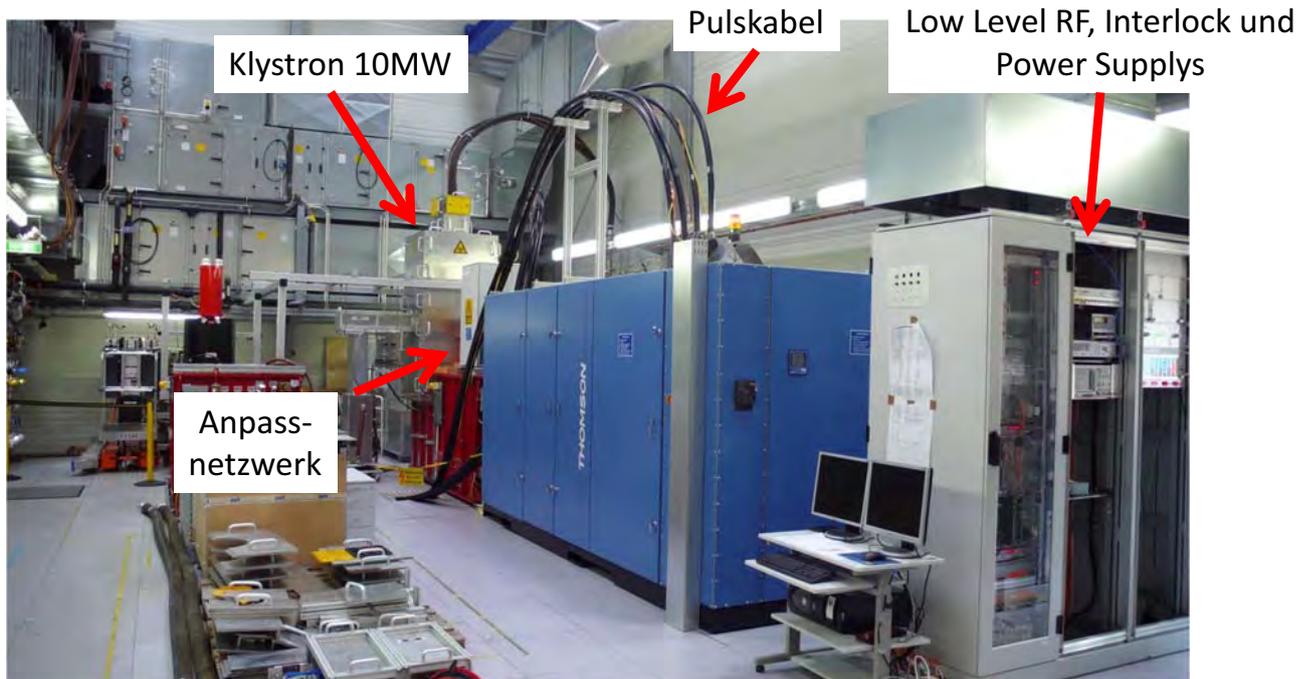


Komponenten und Funktionsweise



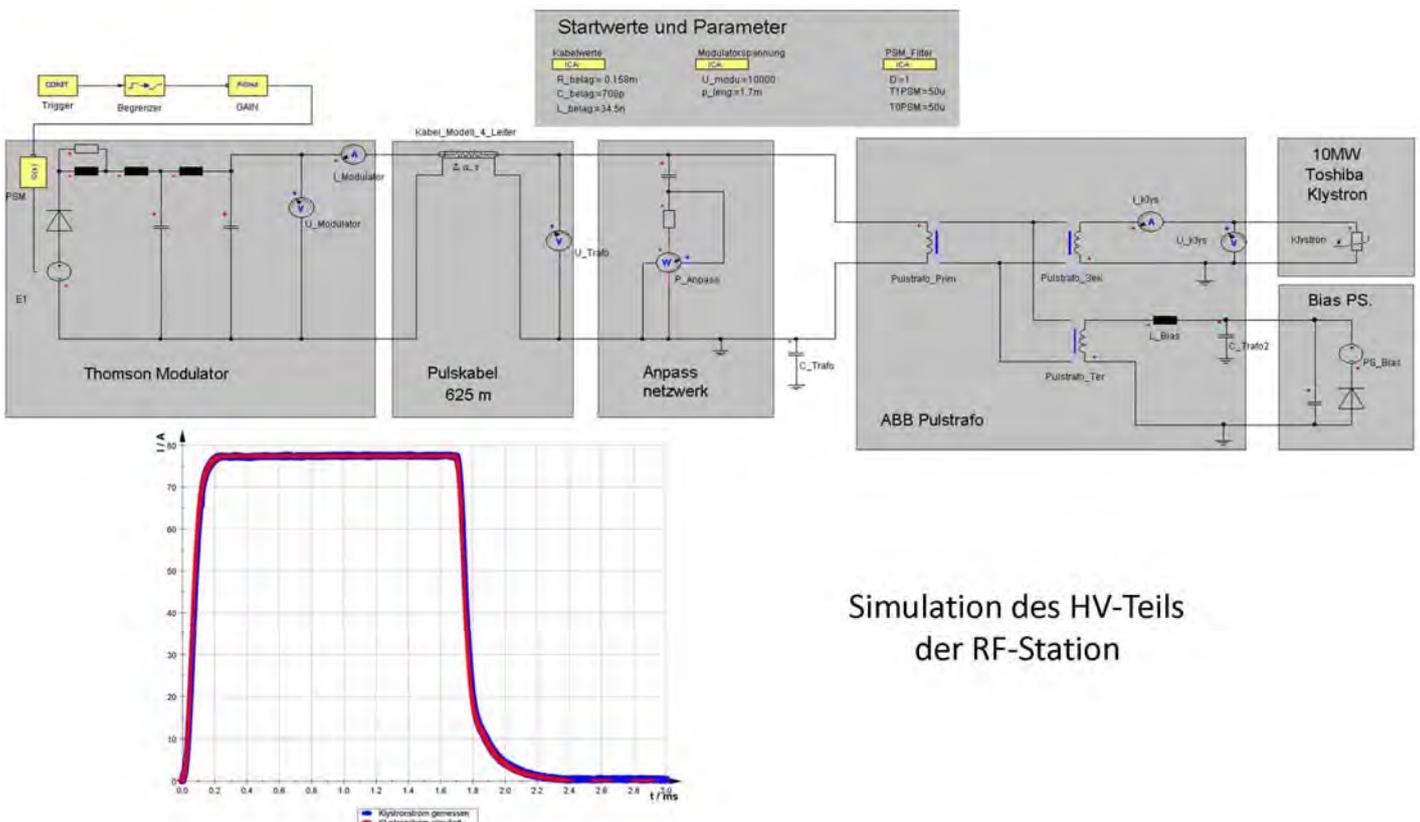
RF-Station mit Thomson Modulator und 5MW Klystron

Komponenten und Funktionsweise



RF-Station mit Thomson Modulator und 10MW Klystron

Simulation



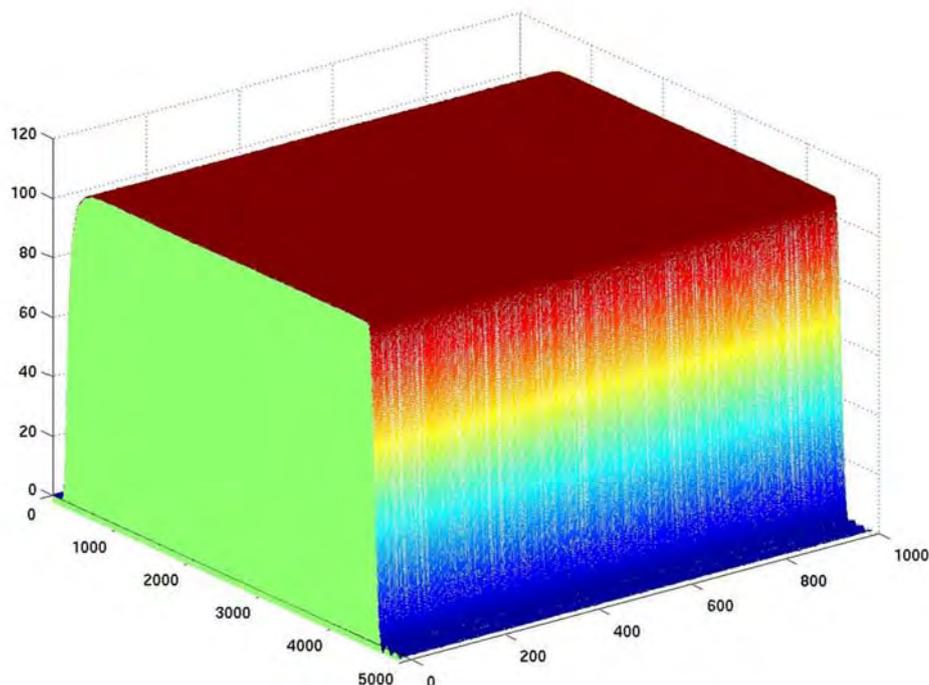
Simulation des HV-Teils der RF-Station

Ergebnisse

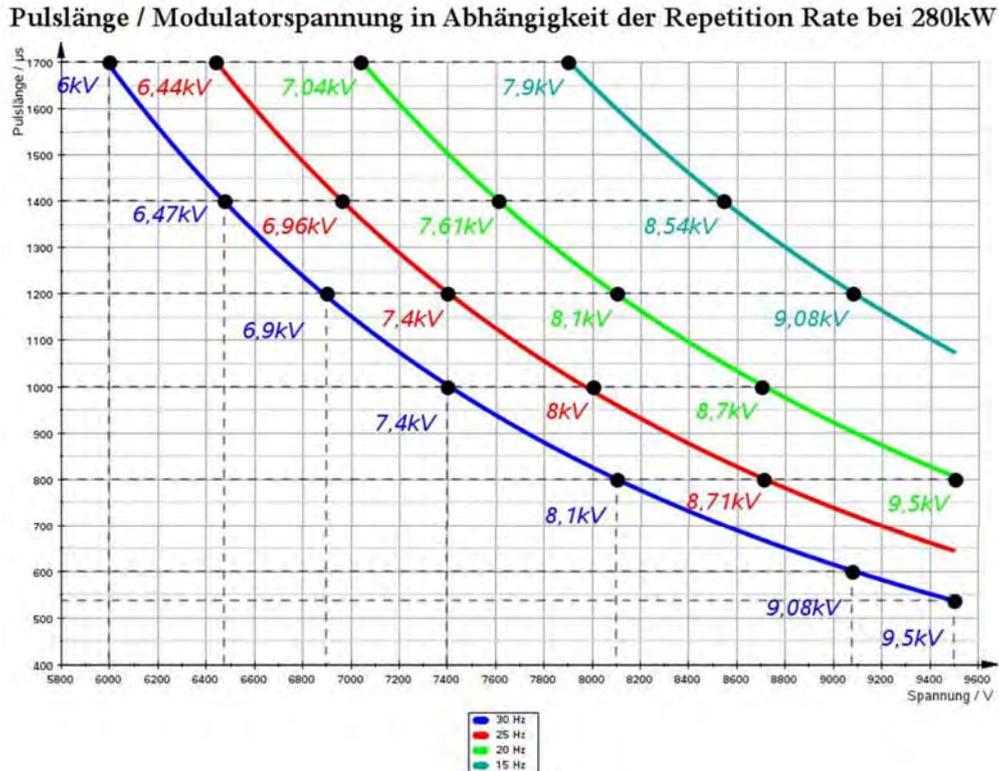
Was wurde getestet? (eine kleine Auswahl) Modifikationen?

- Einhaltung der Spezifikation
z.B. Pulsflatness, Puls zu Puls Genauigkeit, MTBF & MTTR
Wirkungsgrad, Störfestigkeit, uvm.
- Langzeittest
- Wärmeentwicklung & Kühlung
- Elektromagnetische Verträglichkeit
- Qualität der RF
- 30 Hz Test
- Kommunikation
- Tine, Doocs

Ergebnisse



Ergebnisse



Ergebnisse

Imtech Vonk

Imtech hat sich nicht qualifiziert

- 2 Jahre Lieferverzug
- Abnahme nicht bestanden
- Große Schwierigkeiten bei der Inbetriebnahme
- Spezifikation teilweise nicht erfüllt
- Modulator wurde durch DESY funktionsfähig (Hardware & Software)

⇒ Prototyp findet Verwendung zur Konditionierung im DESY HH

Thomson

Thomson hat nach Modifikationen alle Test's bestanden

- Hardware OK
- Software OK
- Spezifikation wurden eingehalten
- Modulator ist für XFEL geeignet
- Modulares System, MTBF, MTTR, redundant
- Qualitativ hochwertiges Produkt

⇒ Thomson hat die Ausschreibung gewonnen. Es wurden 22+5 Modulatoren bestellt.

⇒ Der Prototyp wurde an PITZ übergeben

Bilder



Bau der Modulatorhalle für den MTF

Bilder

Low Level RF

Interlock



Aufbau des Modulator Teststands

Bilder



Anlieferung und Aufstellung des Thomson Modulators

Bilder



Kabeltrasse



Verlegung und Installation der Pulskabel

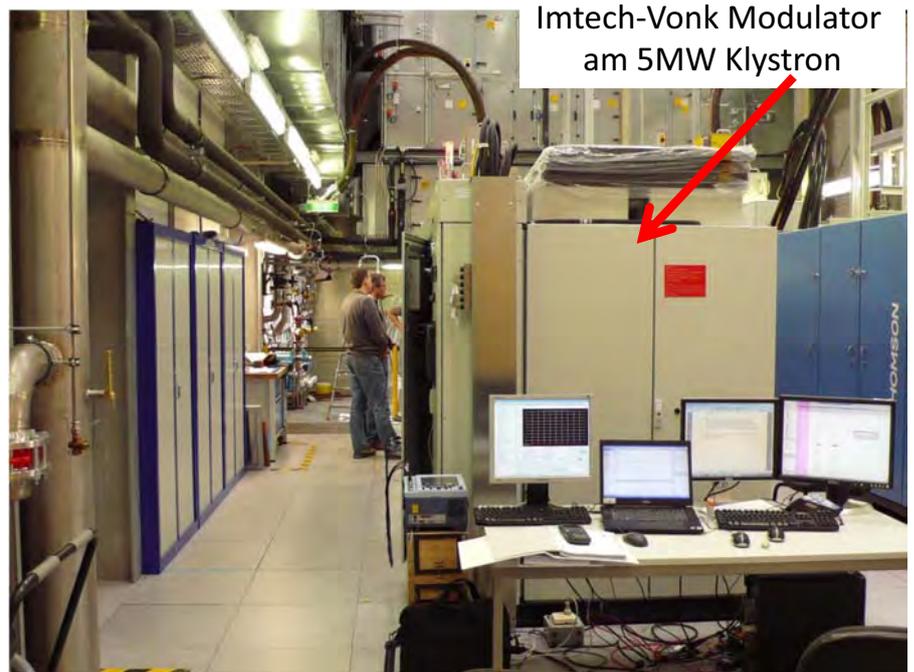
Bilder



Messungen und Modifikationen am MTF



Bilder



Imtech-Vonk Modulator am 5MW Klystron

Anlieferung des Imtech-Vonk Modulators

Bilder



Inbetriebnahme des Imtech-Vonk Modulators

Bilder



Aufbau des Thomson Modulators bei PITZ

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Gibt es noch Fragen?

