Coeficiente *Doppler*

Comparaciones entre mediciones en CNA2 y cálculos de cinética

Vignolo, R.[1] Schivo, M.[2]

[1] TECNA [2] NA•SA

22 de Noviembre de 2016

XLIII Reunión Anual de la Asociación Argentina de Tecnología Nuclear

Secciones Eficaces

Dependencias multiparámetricas

Desarrollamos un modelo detallado de secciones eficaces:

	PL				PG		Funciones		
Q	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	$q\prime$	z	Σ_x	C_{Xe} y C_{I}	$(\partial\Sigma_x/\partial P)_{l,k}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

- modelar fenómenos considerados previamente despreciables;
- migrar hacia un código de celda más moderno;
- lo óptimo sería calcular con la mayor cantidad de herramientas.

Secciones Eficaces

Dependencias multiparámetricas

Desarrollamos un modelo detallado de secciones eficaces:

	PL				PG		Funciones		
Q	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	$q\prime$	z	Σ_x	C_{Xe} y C_{I}	$(\partial\Sigma_x/\partial P)_{l,k}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

- modelar fenómenos considerados previamente despreciables;
- migrar hacia un código de celda más moderno;
- lo óptimo sería calcular con la mayor cantidad de herramientas.

Secciones Eficaces

Dependencias multiparámetricas

Desarrollamos un modelo detallado de secciones eficaces:

	PL				PG		Funciones		
Q	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	$q\prime$	z	Σ_x	C_{Xe} y C_{I}	$(\partial\Sigma_x/\partial P)_{l,k}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

- modelar fenómenos considerados previamente despreciables;
- migrar hacia un código de celda más moderno;
- lo óptimo sería calcular con la mayor cantidad de herramientas.

Secciones Eficaces

Dependencias multiparámetricas

Desarrollamos un modelo detallado de secciones eficaces:

	PL				PG		Funciones		
Q	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	$q\prime$	z	Σ_x	C_{Xe} y C_{I}	$(\partial\Sigma_x/\partial P)_{l,k}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

- modelar fenómenos considerados previamente despreciables;
- migrar hacia un código de celda más moderno;
- lo óptimo sería calcular con la mayor cantidad de herramientas.

Secciones Eficaces

Dependencias multiparámetricas

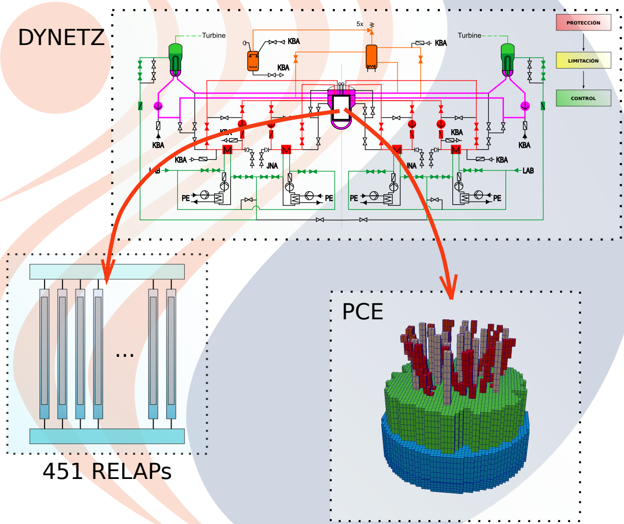
Desarrollamos un modelo detallado de secciones eficaces:

	PL				PG		Funciones		
Q	θ_1	θ_2	θ_3	θ_4	$q\prime$	z	Σ_x	C_{Xe} y C_{I}	$(\partial\Sigma_x/\partial P)_{l,k}$
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$

- modelar fenómenos considerados previamente despreciables;
- migrar hacia un código de celda más moderno;
- lo óptimo sería calcular con la mayor cantidad de herramientas.

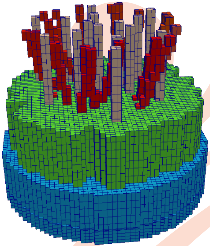
DyPRA

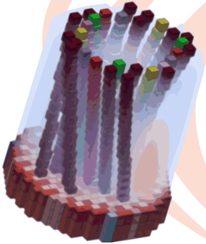
Modelo matemático-computacional de planta



DyPRA

Modelo matemático-computacional de planta





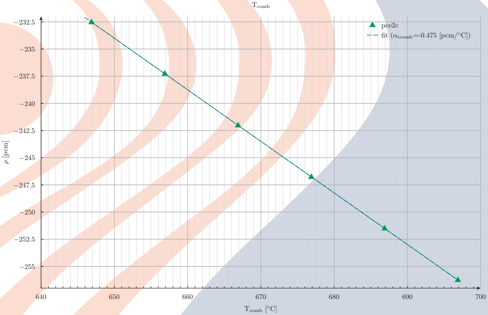
Modificamos PCE:

- interpolaciones N dimensionales;
- diferenciación entre parámetros globales y locales;
- distribuciones de parámetros por *shared memory*

Permitió incorporar el nuevo modelo de secciones eficaces.

Coeficiente *doppler*

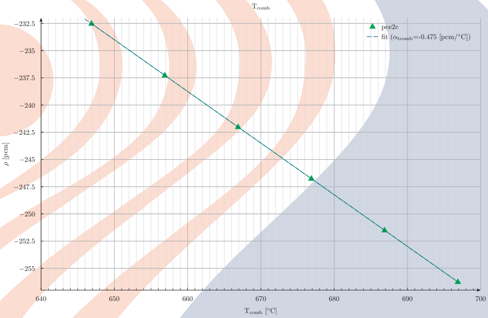
Determinación estática



- Reactividad de referencia con $\mathbf{P} = \mathbf{P}(\mathbf{x})$.
- Se obtiene $\langle P(\mathbf{x}) \rangle$ pesando adecuadamente.
- Se perturba algún parámetro $P(\mathbf{x}) + \Delta P(\mathbf{x})$.
- Se calcula la nueva reactividad.
- Se determina la nueva abscisa $\langle P(\mathbf{x}) + \Delta P(\mathbf{x}) \rangle$.

Coeficiente *doppler*

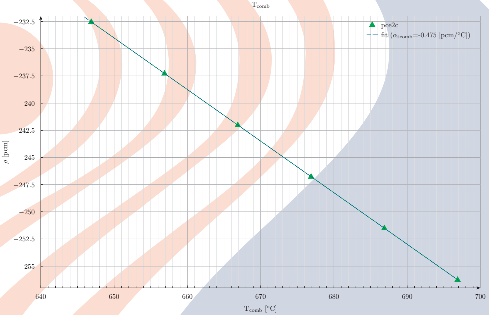
Determinación estática



- Reactividad de referencia con $\mathbf{P} = \mathbf{P}(\mathbf{x})$.
- Se obtiene $\langle P(\mathbf{x}) \rangle$ pesando adecuadamente.
- Se perturba algún parámetro $P(\mathbf{x}) + \Delta P(\mathbf{x})$.
- Se calcula la nueva reactividad.
- Se determina la nueva abscisa $\langle P(\mathbf{x}) + \Delta P(\mathbf{x}) \rangle$.

Coeficiente *doppler*

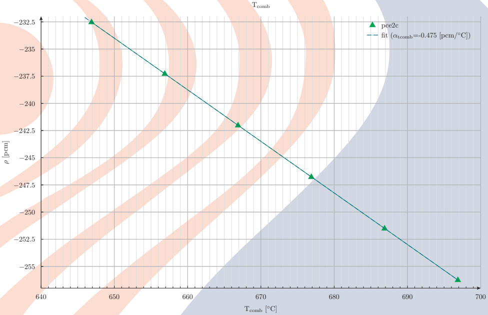
Determinación estática



- Reactividad de referencia con $\mathbf{P} = \mathbf{P}(\mathbf{x})$.
- Se obtiene $\langle P(\mathbf{x}) \rangle$ pesando adecuadamente.
- Se perturba algún parámetro $P(\mathbf{x}) + \Delta P(\mathbf{x})$.
- Se calcula la nueva reactividad.
- Se determina la nueva abscisa $\langle P(\mathbf{x}) + \Delta P(\mathbf{x}) \rangle$.

Coeficiente *doppler*

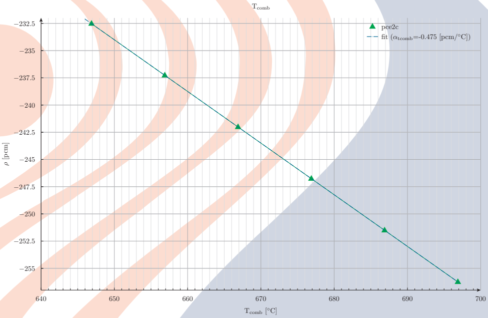
Determinación estática



- Reactividad de referencia con $\mathbf{P} = \mathbf{P}(\mathbf{x})$.
- Se obtiene $\langle P(\mathbf{x}) \rangle$ pesando adecuadamente.
- Se perturba algún parámetro $P(\mathbf{x}) + \Delta P(\mathbf{x})$.
- Se calcula la nueva reactividad.
- Se determina la nueva abscisa $\langle P(\mathbf{x}) + \Delta P(\mathbf{x}) \rangle$.

Coeficiente *doppler*

Determinación estática



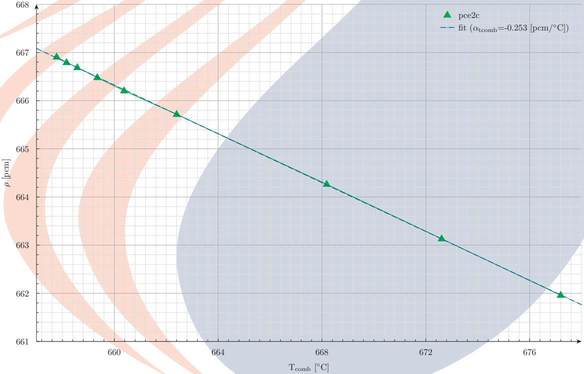
- Reactividad de referencia con $\mathbf{P} = \mathbf{P}(\mathbf{x})$.
- Se obtiene $\langle P(\mathbf{x}) \rangle$ pesando adecuadamente.
- Se perturba algún parámetro $P(\mathbf{x}) + \Delta P(\mathbf{x})$.
- Se calcula la nueva reactividad.
- Se determina la nueva abscisa $\langle P(\mathbf{x}) + \Delta P(\mathbf{x}) \rangle$.

Coeficiente *doppler*

Determinación estática

Pero con el perfil de temperatura del combustible es $\neq$

- con θ_i reconstruimos temperaturas medias y luego $\langle T_f(\mathbf{x})\rangle$
- usamos nuevas distribuciones de θ_i no triviales para perturbar:
  - salen de transitorios propuestos, porque perturbando uniformemente nos podemos ir de escala!

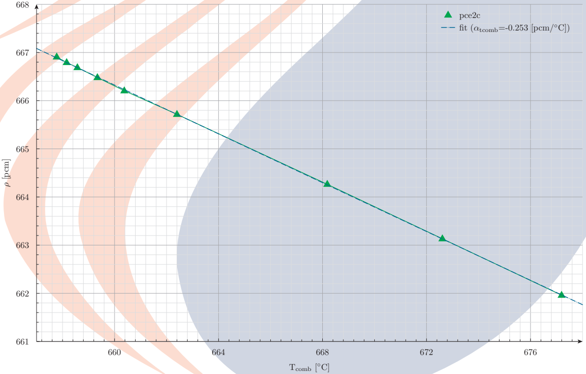


Coeficiente *doppler*

Determinación estática

Pero con el perfil de temperatura del combustible es $\neq$

- con θ_i reconstruimos temperaturas medias y luego $\langle T_f(\mathbf{x})\rangle$
- usamos nuevas distribuciones de θ_i no triviales para perturbar:
  - salen de transitorios propuestos, porque perturbando uniformemente nos podemos ir de escala!

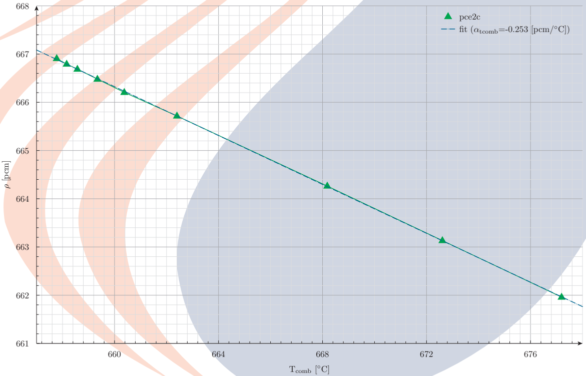


Coeficiente *doppler*

Determinación estática

Pero con el perfil de temperatura del combustible es $\neq$

- con θ_i reconstruimos temperaturas medias y luego $\langle T_f(\mathbf{x}) \rangle$
- usamos nuevas distribuciones de θ_i no triviales para perturbar:
  - salen de transitorios propuestos, porque perturbando uniformemente nos podemos ir de escala!



Coeficiente *doppler*

Determinación transitoria

Con DyPRA (un modelo con viejas XS y otro con las nuevas):

- Se propone un transitorio *bypasseando* el control.
- Se obtiene la evolución de la potencia de fisión.
- Se realiza cinética inversa y se obtiene $\rho(t)$.

Cómo se hace esto?

$$\begin{aligned}
\rho(t) = \Gamma_R \cdot z(t) \\
&+ \Gamma_{TK} \cdot \Delta T_K(t) + \Gamma_{DK} \cdot \Delta\delta_K(t) \\
&+ \Gamma_{TM} \cdot \Delta T_M(t) + \Gamma_{DM} \cdot \Delta\delta_M(t) \\
&+ \Gamma_U \cdot \Delta T_U(t) \\
&+ \Gamma_X \cdot \Delta X(t),
\end{aligned}$$

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{\rho(t) - \beta}{\Lambda} \cdot \phi(t) + \sum_{i=1}^{15} \lambda_i \cdot c_i(t),$$

$$\frac{dc_i}{dt} = \frac{\beta_i}{\Lambda} \cdot \phi(t) - \lambda_i \cdot c_i(t).$$

Coeficiente *doppler*

Determinación transitoria

Con DyPRA (un modelo con viejas XS y otro con las nuevas):

- Se propone un transitorio *bypasseando* el control.
- Se obtiene la evolución de la potencia de fisión.
- Se realiza cinética inversa y se obtiene $\rho(t)$.

Cómo se hace esto?

$$\begin{aligned}\rho(t) = \Gamma_R \cdot z(t) & \\ & + \Gamma_{TK} \cdot \Delta T_K(t) + \Gamma_{DK} \cdot \Delta\delta_K(t) \\ & + \Gamma_{TM} \cdot \Delta T_M(t) + \Gamma_{DM} \cdot \Delta\delta_M(t) \\ & + \Gamma_U \cdot \Delta T_U(t) \\ & + \Gamma_X \cdot \Delta X(t),\end{aligned}$$

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{\rho(t) - \beta}{\Lambda} \cdot \phi(t) + \sum_{i=1}^{15} \lambda_i \cdot c_i(t),$$

$$\frac{dc_i}{dt} = \frac{\beta_i}{\Lambda} \cdot \phi(t) - \lambda_i \cdot c_i(t).$$

Coeficiente *doppler*

Determinación transitoria

Con DyPRA (un modelo con viejas XS y otro con las nuevas):

- Se propone un transitorio *bypasseando* el control.
- Se obtiene la evolución de la potencia de fisión.
- Se realiza cinética inversa y se obtiene $\rho(t)$.

Cómo se hace esto?

$$
\begin{aligned}
\rho(t) = \Gamma_R \cdot z(t) & \\
& + \Gamma_{TK} \cdot \Delta T_K(t) + \Gamma_{DK} \cdot \Delta\delta_K(t) \\
& + \Gamma_{TM} \cdot \Delta T_M(t) + \Gamma_{DM} \cdot \Delta\delta_M(t) \\
& + \Gamma_U \cdot \Delta T_U(t) \\
& + \Gamma_X \cdot \Delta X(t),
\end{aligned}
$$

$$
\frac{d\phi}{dt} = \frac{\rho(t) - \beta}{\Lambda} \cdot \phi(t) + \sum_{i=1}^{15} \lambda_i \cdot c_i(t),
$$

$$
\frac{dc_i}{dt} = \frac{\beta_i}{\Lambda} \cdot \phi(t) - \lambda_i \cdot c_i(t).
$$

Coeficiente *doppler*

Determinación transitoria

Con DyPRA (un modelo con viejas XS y otro con las nuevas):

- Se propone un transitorio *bypasseando* el control.
- Se obtiene la evolución de la potencia de fisión.
- Se realiza cinética inversa y se obtiene $\rho(t)$.

Cómo se hace esto?

$$
\begin{aligned}
\rho(t) = \Gamma_R \cdot z(t) \\
& + \Gamma_{TK} \cdot \Delta T_K(t) + \Gamma_{DK} \cdot \Delta\delta_K(t) \\
& + \Gamma_{TM} \cdot \Delta T_M(t) + \Gamma_{DM} \cdot \Delta\delta_M(t) \\
& + \Gamma_U \cdot \Delta T_U(t) \\
& + \Gamma_X \cdot \Delta X(t),
\end{aligned}
$$

$$
\frac{d\phi}{dt} = \frac{\rho(t) - \beta}{\Lambda} \cdot \phi(t) + \sum_{i=1}^{15} \lambda_i \cdot c_i(t),
$$

$$
\frac{dc_i}{dt} = \frac{\beta_i}{\Lambda} \cdot \phi(t) - \lambda_i \cdot c_i(t).
$$

Coeficiente *doppler*

Determinación transitoria

Con DyPRA (un modelo con viejas XS y otro con las nuevas):

- Se propone un transitorio *bypasseando* el control.
- Se obtiene la evolución de la potencia de fisión.
- Se realiza cinética inversa y se obtiene $\rho(t)$.

Cómo se hace esto?

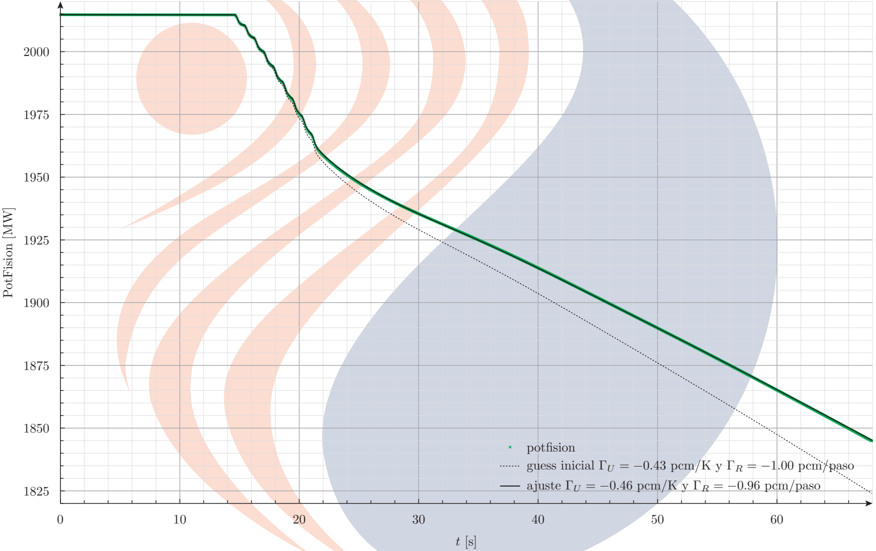
$$
\begin{aligned}
\rho(t) = \Gamma_R \cdot z(t) & \\
& + \Gamma_{TK} \cdot \Delta T_K(t) + \Gamma_{DK} \cdot \Delta\delta_K(t) \\
& + \Gamma_{TM} \cdot \Delta T_M(t) + \Gamma_{DM} \cdot \Delta\delta_M(t) \\
& + \Gamma_U \cdot \Delta T_U(t) \\
& + \Gamma_X \cdot \Delta X(t),
\end{aligned}
$$

$$
\frac{d\phi}{dt} = \frac{\rho(t) - \beta}{\Lambda} \cdot \phi(t) + \sum_{i=1}^{15} \lambda_i \cdot c_i(t),
$$

$$
\frac{dc_i}{dt} = \frac{\beta_i}{\Lambda} \cdot \phi(t) - \lambda_i \cdot c_i(t).
$$

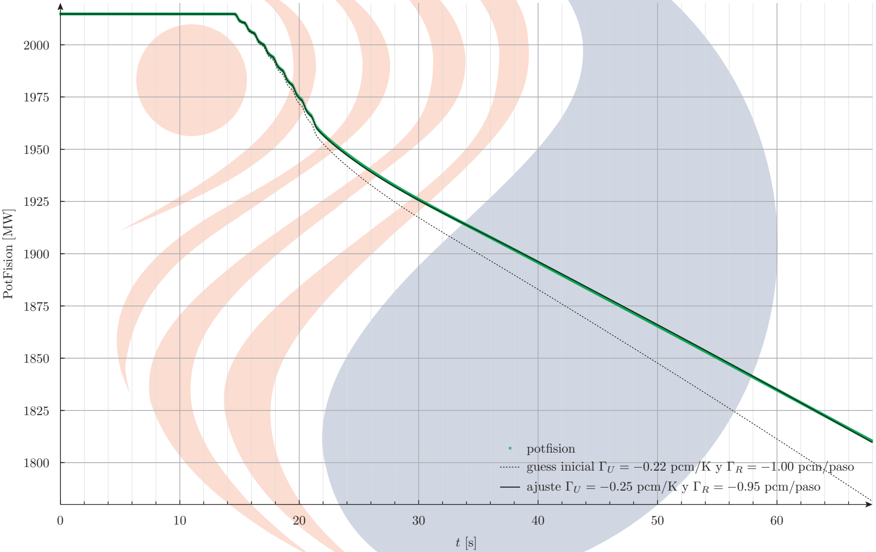
Coeficiente *doppler*

Determinación transitoria



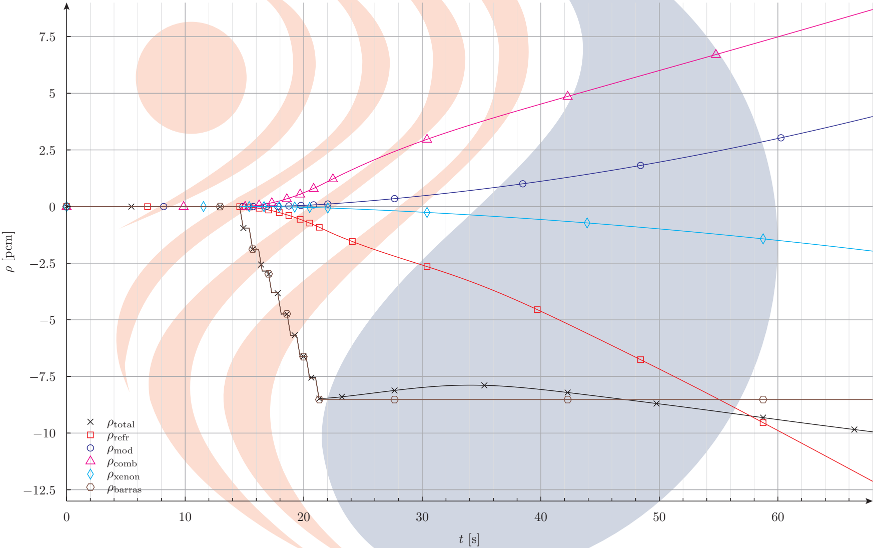
Coeficiente *doppler*

Determinación transitoria



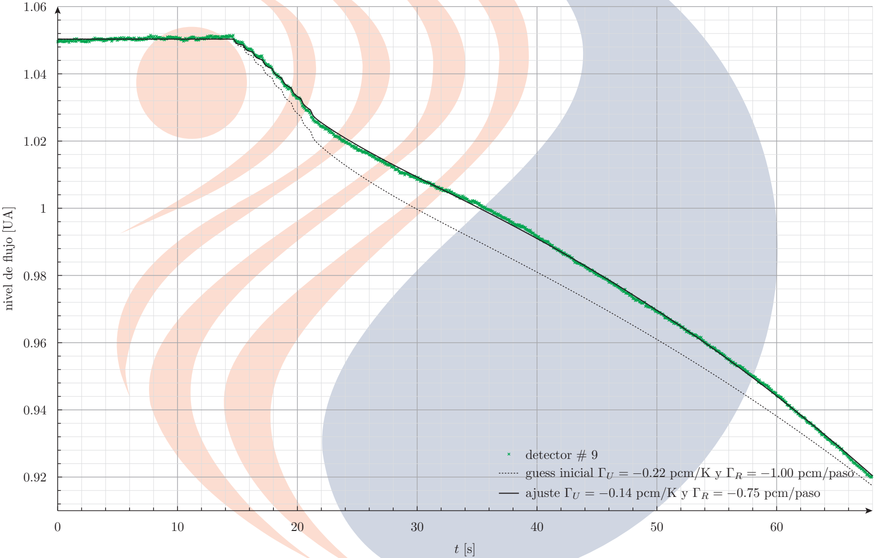
Coeficiente *doppler*

Determinación transitoria



Coeficiente *doppler*

Mediciones en planta



Y las diferencias. . .

de donde provienen?

Modelos	Clásico	Detallado	Planta
Estacionario	-0.48 pcm/K	-0.25 pcm/K	–
Transitorio	-0.46 pcm/K	-0.25 pcm/K	(-0.14 ± 0.05) pcm/K

- El nuevo modelo se acerca al valor determinado experimentalmente;
- ya no se sobreestima la reactividad introducida por el combustible;
- sin embargo, siguen existiendo diferencias. . .
- pero todo tiene que ver, probablemente, con Γ_{TM}.

Fin

Muchas gracias por su atención!