

# 10. Derivados lineales

IN56A

# Derivados

---

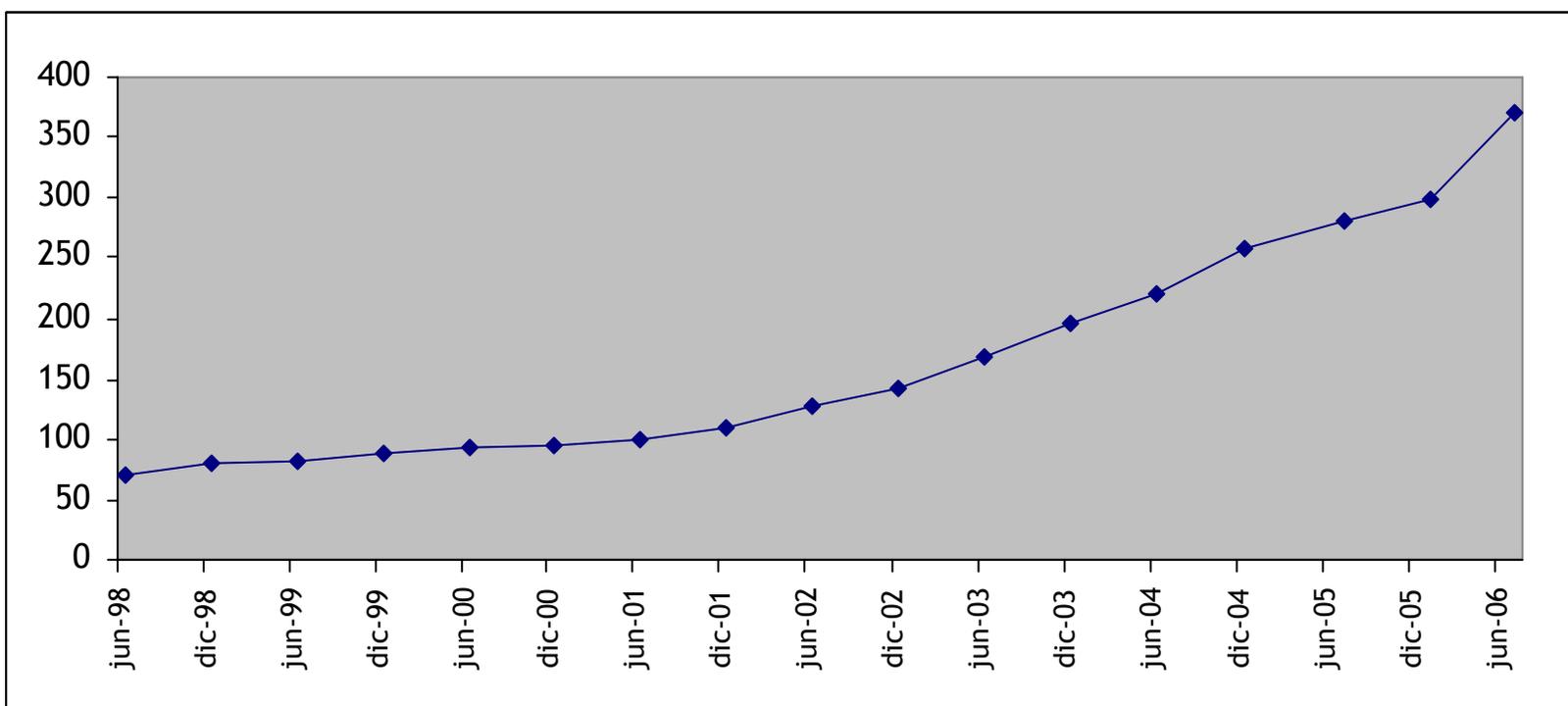
Un “derivado” es un instrumento cuyo valor (precio) depende (o deriva) del valor de otro activo más simple (subyacente).

- Comúnmente el activo subyacente es transado activamente en el mercado.

En los últimos años, ha habido un explosivo aumento de los volúmenes transados.

- Mercados formales – bolsas de derivados: (CBOE, CBOT, Eurex, Liffe, CME, etc.)
  - Mercados over-the-counter (OTC).
-

## Monto nominal en mercado derivados OTC (US\$bn)



# Tipos de inversionistas

---

Quienes invierten en derivados pueden ser clasificados de acuerdo a su estrategia de inversión.

- Quienes buscan cubrir el riesgo (Hedgers).
  - Quienes buscan especular con el derivado (Speculators).
  - Quienes buscan obtener una ganancia por arbitraje (Arbitrageurs).
-

# Hedging – Cobertura de riesgos

---

Ejemplo de estrategia de inversión para cubrir el riesgo:

- Supongamos que una empresa de retail compró 100 televisores LCD el 26 de abril, los que serán pagados en dólares en 30 días más (en dólares).
  - La empresa puede cubrirse del riesgo de alza del precio del dólar si adquiere un contrato forward de dólares.
-

Ejemplo de estrategia de inversión con el fin de especular:

- Un inversionista considera que la libra inglesa se va a fortalecer con respecto al dólar en el transcurso de los próximos dos meses.
  - El inversionista puede comprar hoy una posición larga en contratos futuros de libra inglesa con vencimiento a dos meses.
-

Ejemplo de estrategia de inversión con el fin de arbitrar el mercado (obtener ganancia por oportunidad de arbitraje):

- Un arbitrador observa que un inversionista vende dólares forward a un precio menor que el que debería; el inversionista compra ese forward y vende dólares hoy, asegurando una ganancia.
-

# Tipos de derivados lineales

---

Algunos tipos de derivados lineales son:

- Forwards de monedas
  - Forwards sobre activos
  - Forwards de tasas: forward rate agreement (FRA)
  - Futuros: contratos tradeados en Bolsas
  - Swap de tasas
  - Swap de monedas
-

# Forwards

---

Acuerdo **privado** para comprar/vender un determinado activo en un determinado tiempo a un determinado precio.

Los contratos forward se transan OTC.

Una de las partes asume una posición larga (long position) y se compromete a comprar el activo subyacente en una fecha determinada a un determinado precio. La contraparte, asume una posición corta (short position) y se compromete a vender el activo en la misma fecha al mismo precio.

- Ejemplo: forward de dólares
  - ¿Cómo valorizar un contrato forward de tipo de cambio?
-

## Forwards de tipo de cambio (I)

---

Supongamos que se dispone hoy de US\$100 y se proponen las siguientes estrategias

1. Invertir los US\$100 a una tasa  $r_{US\$}$  anual a un plazo  $d$  días, recibiendo

$$\Rightarrow 100 \cdot \left( 1 + r_{US\$} \cdot \frac{d}{360} \right)$$

2. Cambiar los US\$100 hoy a un tipo de cambio de  $S$  CLP/US\$ e invertir los pesos a una tasa  $r_{CLP}$  a un plazo  $d$ , recibiendo

$$\Rightarrow 100 \cdot S \cdot \left( 1 + r_{CLP} \cdot \frac{d}{360} \right)$$

3. Si decidimos hoy fijar el tipo de cambio  $F$  para cambiar los US\$100 más intereses a pesos en  $d$  días más cuando termine el depósito a plazo, entonces...
-

## Forwards de tipo de cambio (II)

---

Para evitar arbitraje, se debe tener que:

$$100 \cdot F \cdot \left( 1 + r_{\text{US\$}} \cdot \frac{d}{360} \right) = 100 \cdot S \cdot \left( 1 + r_{\text{CLP}} \cdot \frac{d}{360} \right)$$
$$\Rightarrow F = S \cdot \frac{\left( 1 + r_{\text{CLP}} \cdot \frac{d}{360} \right)}{\left( 1 + r_{\text{US\$}} \cdot \frac{d}{360} \right)}$$

- Para extender a otras convenciones de composición, recordar ser consistente con las unidades.

$$F = S \cdot \frac{\left( 1 + \frac{r_{\text{CLP}}}{f} \right)^{t \cdot f}}{\left( 1 + \frac{r_{\text{US\$}}}{f} \right)^{t \cdot f}}$$

---

## Forwards sobre activos (I)

---

Supongamos ahora que se quiere un valorizar un forward sobre un activo cualquiera que paga intereses/dividendos.

- Ejemplo: forward sobre una acción de Soquimich a 100 días.
- ¿Cómo valorizar el forward? Nuevamente, no arbitraje.

## Forwards sobre activos (II)

---

Supongamos que compramos una acción de Soquimich hoy por el precio  $S$  para lo cual nos endeudamos a una tasa  $r$  por 100 días, y además vendemos forward una acción de Soquimich para 100 días más.

Supongamos además que Soquimich paga un dividendo de  $I$  pesos por acción entre hoy y el día 100.

- Para que no haya arbitraje, se debe dar que (usando composición continua, y donde  $t=100$  en este ejemplo):

$$F = (S - I) \cdot e^{r \cdot t}$$

---

## ¿Cuánto vale un contrato forward? (I)

---

En el minuto que se suscribe, el valor de un contrato forward es cero (comprar o vender el contrato forward).

El precio de un forward puede variar todos los días a medida que pasa el tiempo hacia la fecha de maduración.

Ejemplo: forward de moneda:

- Supongamos que se hace diez días se fijó un contrato forward para vender 100 dólares en 60 días más a 550 CLP/US\$, y que las tasas chilenas y de USA son hoy de 4,5% y 4% respectivamente y el tipo de cambio está hoy en 540 CLP/US\$.
  - ¿Cuánto vale el forward hoy?
-

## ¿Cuánto vale un contrato forward? (II)

---

Nuevamente, por no arbitraje (supongamos composición continua).

Flujos conocidos son: ingreso por CLP55.000 y egreso de US\$100 en 50 días más

Luego, el valor de la posición en pesos vale hoy:

$$f = 55.000 \cdot e^{-0,045 \cdot \frac{50}{360}} - 100 \cdot e^{-0,04 \cdot \frac{50}{360}} \cdot \text{spot}$$

Donde spot es igual al tipo de cambio spot, que está en \$540.

Luego,

$$\Rightarrow f = 956,49$$

---

## Forwards de tasas: FRA

---

Un **Forward Rate Agreement (FRA)** es un contrato donde una institución se compromete a ofrecer una tasa de interés sobre un monto nominal por un determinado período de tiempo comenzando en un determinado período de tiempo más.

Ejemplo: Acuerdo con Banco X hoy obtener una tasa anual de  $r\%$  sobre un nominal de UF1.000 por un período de 90 días comenzando en 90 días más.

- Tasas de descuento relevantes (por ej. TAB) a 90 y 180 días son 4% y 5% respectivamente.

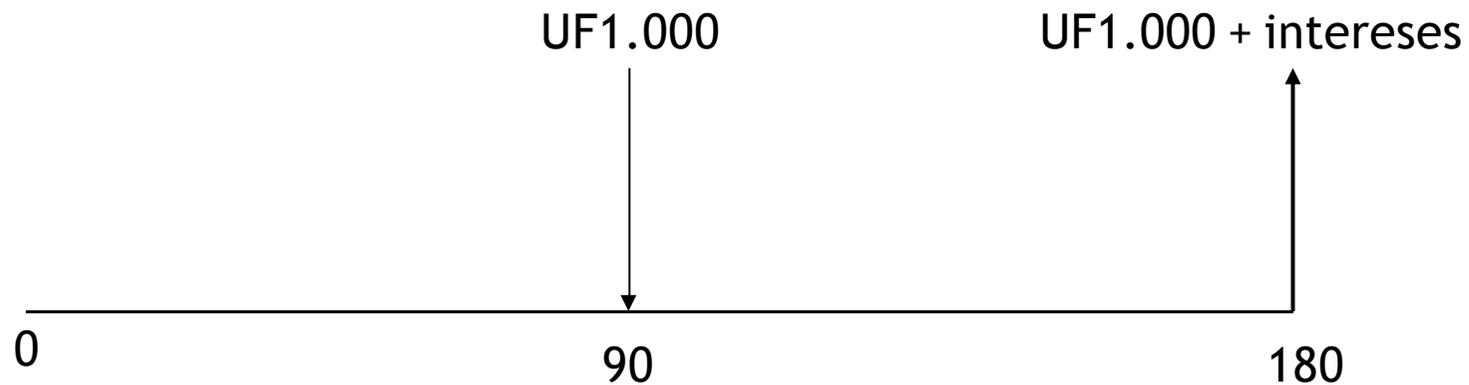
## Valorización de un FRA (I)

---

Existen flujos en dos períodos de tiempo definidos.

Primero, deposito (egreso) UF1.000 en 90 días.

Luego, recibo (ingreso) UF1.000 más intereses al cabo de 90 días.



## Valorización de un FRA (II)

---

Luego, el valor del FRA se puede obtener de:

$$V = -1.000 \cdot e^{-0,04 \cdot \frac{90}{360}} + \left( 1.000 \cdot e^{\frac{r}{360} \cdot 90} \right) \cdot e^{-0,05 \cdot \frac{180}{360}}$$

Para obtener  $r$ , usamos que en **ausencia de oportunidades de arbitraje**,  $V$  en  $t=0$  debe ser 0.

$$\Rightarrow V = -1.000 \cdot e^{-0,04 \cdot \frac{90}{360}} + \left( 1.000 \cdot e^{r \cdot \frac{90}{360}} \right) \cdot e^{-0,05 \cdot \frac{180}{360}} = 0$$

$$\Rightarrow e^{-0,04 \cdot \frac{90}{360}} = e^{\left[ r \cdot \frac{90}{360} - 0,05 \cdot \frac{180}{360} \right]}$$

$$\Rightarrow r \cdot \frac{90}{360} = 0,05 \cdot \frac{180}{360} - 0,04 \cdot \frac{90}{360} \Rightarrow r = 6\%$$

---

# Forwards vs. Futuros (I)

---

Tanto forwards como futuros representan acuerdos para comprar o vender un activo en el futuro a un cierto precio.

Los forwards, por su parte, representan acuerdos privados entre dos instituciones financieras, o entre una institución financiera y uno de sus clientes corporativos

Contratos de futuros son intercambios que ocurren en un mercado organizado (Bolsa) y los términos contractuales se encuentran estandarizados por ese mercado

Contratos incluyen:

- Tamaño
  - Acuerdos sobre entrega
  - Mes de entrega
  - Forma de dar precios (US\$/tonelada) y movimiento mínimo en precio
-

## Forwards vs. Futuros (II)

---

---

<i>Forward</i>	<i>Futures</i>
Traded on over-the-counter market	Traded on an exchange
Not standardized	Standardized contract
Usually one specified delivery date	Range of delivery dates
Settled at end of contract	Settled daily
Delivery or final cash settlement usually takes place	Contract is usually closed out prior to maturity

---

## Cámara de compensación de Mercado Futuro

---

Es el organismo de la bolsa que actúa como contraparte del comprador y del vendedor, y que garantiza el cumplimiento de los contratos.

Se encarga de saldar diariamente todos los contratos abiertos

- Las bolsas de futuros reducen significativamente el riesgo de no pago.

# Swaps

---

Un swap es un acuerdo entre dos entidades para intercambiar flujos en el futuro, definiendo las fechas en que los flujos serán intercambiados y la forma en que estos serán calculados

- Un forward es equivalente a un swap para un solo período de tiempo.

El swap más común es el “plain vanilla” swap de tasas:

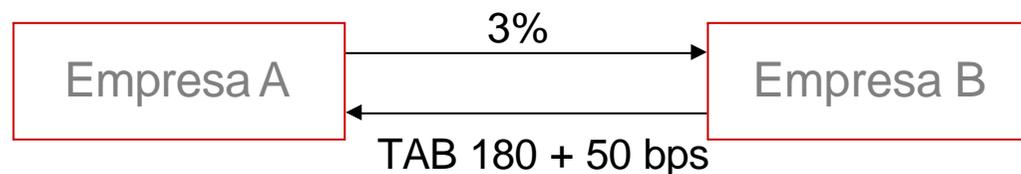
- Una empresa se compromete a pagar flujos equivalentes a una tasa de interés fija sobre un monto (principal) por un tiempo determinado, y recibirá a cambio un flujo equivalente a una tasa de interés flotante sobre el mismo nominal por el mismo período.
-

## Swaps de tasas (plain vanilla)

---

Ejemplo: Suponga que la empresa A y la empresa B acuerdan intercambiar por dos años flujos sobre un monto principal de UF10.000, en el cual la empresa A paga una tasa de 3% y la empresa B paga una tasa de TAB 180 + 50 bps.

- El monto principal (UF10.000) no es pagado al final de los dos años (VP es cero).
- En  $t=0$ , el valor de la TAB 180 es de 2,15%



# Estructura del swap de tasas

Empresa B

265/2

?

?

?

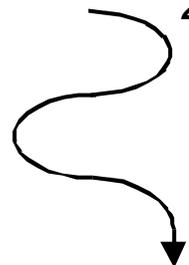
Empresa A

300/2

300/2

300/2

300/2



## Flujos del swap de tasas

---

Días	Tasa fija	TAB 180	Pierna fija	Pierna flotante	Flujo empresa A
180	3,00%	2,15%	150,00	132,50	-17,50
360	3,00%	2,50%	150,00	150,00	0,00
540	3,00%	2,75%	150,00	162,50	12,50
720	3,00%	3,00%	150,00	175,00	25,00

Un swap de tasas es equivalente a una posición larga/(corta) en un bono de tasa fija y a una posición costo/(larga) en un bono de tasa flotante.

- La duración de cada una de las “piernas” es, por lo tanto, fácil de obtener.

Generalmente estos acuerdos se estructuran de manera de tener VPN=0 en t=0.

---

# Compensaciones

---

Normalmente los swaps se valorizan cada día/(semana/mes/año) a valor de mercado (Mark to Market).

La parte que tiene un pasivo por el swap paga a la otra el monto neto del valor del swap en ese instante.

---

## Uso del swap para transformar pasivos

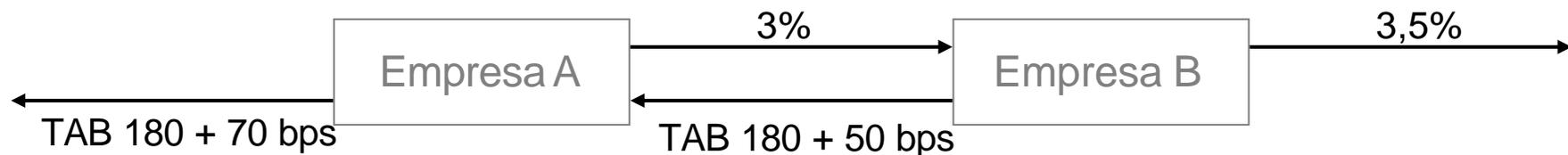
---

Supongamos que la Empresa A del ejemplo anterior emitió un bono a tasa flotante con pagos semestrales a una tasa  $TAB + 70$  bps. El gerente de finanzas quiere pagar tasa fija. Entonces entra en el swap:

- Paga  $TAB + 0,7\%$  a sus prestamistas.
- Recibe  $TAB + 0,5\%$  bajo los términos del swap.
- Paga  $3\%$  bajo los términos del swap.
- **Pago Neto =  $3,2\%$ .**

Por otro lado, supongamos que la Empresa B está endeudada a una tasa fija de  $3,5\%$  y quiere pagar variable. Después del swap:

- Paga  $3,5\%$  a sus prestamistas.
- Recibe  $3\%$  bajo los términos del swap.
- Paga  $TAB + 0,5\%$  bajo los términos del swap.
- **Pago Neto =  $TAB + 1\%$ .**



## Uso del swap para transformar activos

---

Análogamente, una empresa que tiene activos que rentan a una tasa fija (por ejemplo bancos) puede querer obtener una tasa variable para, por ejemplo, disminuir la duración de sus activos, a través de un swap.

Otra institución que tiene activos que rentan a tasa variable puede querer swapear estos a tasa fija.

---

## Los intermediarios financieros (I)

---

En nuestro ejemplo, supusimos que las deudas de las Empresas A y B eran a dos años, con pagos semestrales y sincronizados. Además, asumimos que ambas empresas estaban en contacto directo.

En la práctica, cuando una empresa quiere tomar un swap, lidia con un intermediario financiero (e.g. banco).

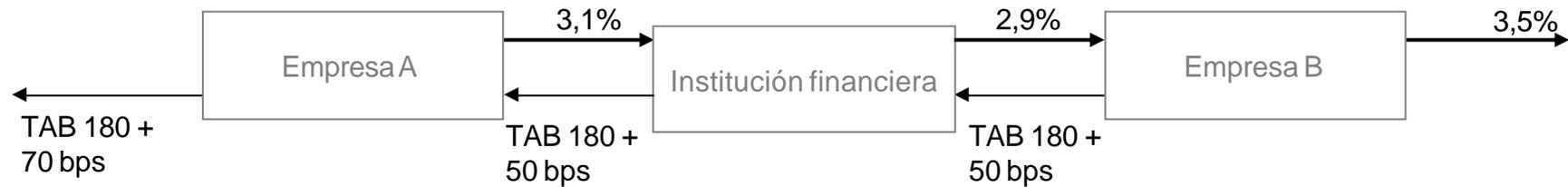
- Ambas empresas no saben con qué empresa están realizando el swap.
- El banco gana un spread por reunir a ambas partes del swap y asumir el riesgo de no pago correspondiente.

Continuando con el ejemplo anterior, supongamos que el banco se queda con 20bps (el que traspasará a las empresas cobrándole 0,1% a c/u). Asumiendo que ninguna parte hace default, su ganancia es de  $UF10.000 \times 0,2\% = UF20$ .

---

## Los intermediarios financieros (II)

---



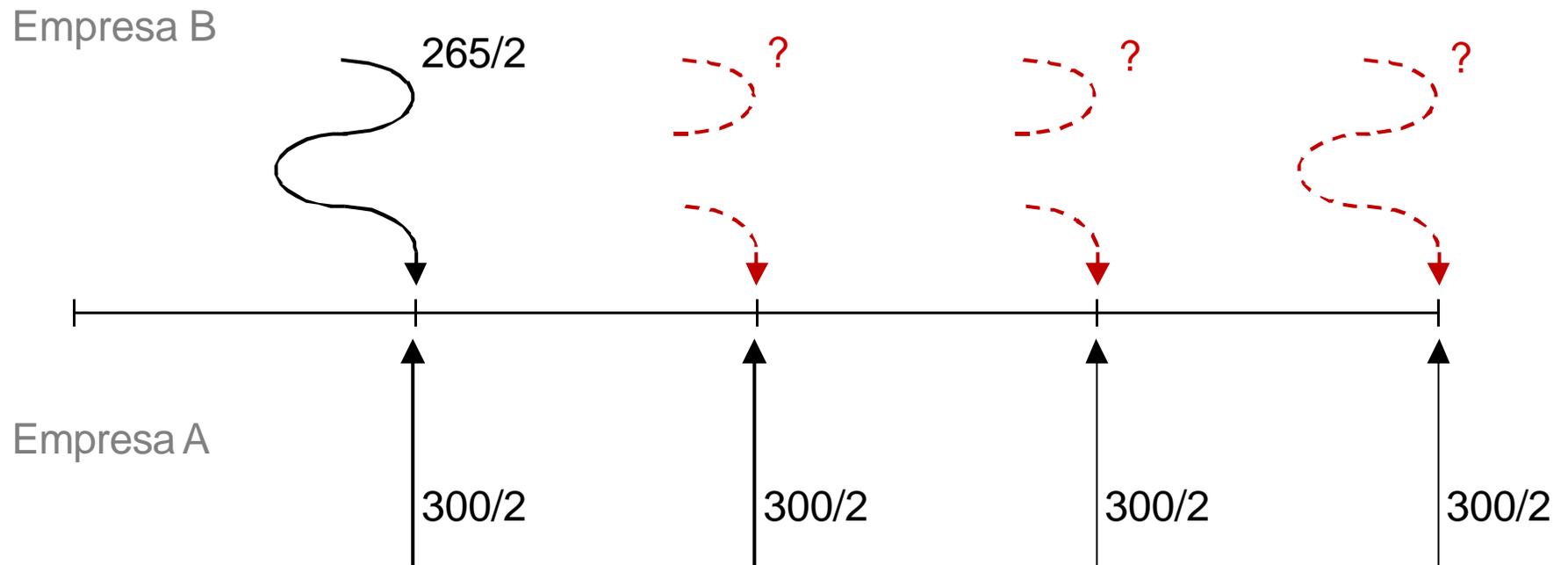
Luego la Empresa A paga 3,3% y la Empresa B TAB 180 + 1,1% (cada empresa paga 0,1% más que antes).

---

# Valorización de un swap (I)

---

Volvamos al swap del ejemplo...



## Valorización de un swap (II)

---

El valor del swap se calcula simplemente como la diferencia entre un bono fijo y uno flotante

Para empresa A en  $t=0$ :

$$V_{\text{swap}} = \text{VP}(\text{FRN}) - \text{VP}(3\%)$$
$$\Rightarrow V_{\text{swap}} = \left[ \frac{N + \left(\frac{r^*}{2}\right) \cdot N}{\left(1 + \frac{\text{TAB}_{180} + 0,5\%}{2}\right)} \right] - \left[ \sum_{t=1}^4 \frac{\left(\frac{3\%}{2}\right) \cdot N}{\left(1 + \frac{r_t}{2}\right)^{t \cdot 2}} + N \right]$$

Donde  $r^*$  corresponde a la tasa TAB 180 + 50 bps en  $t=0$ .

---

## El argumento de la ventaja comparativa (I)

---

¿Por qué los swaps son tan utilizados?

Usualmente se argumenta que esto se debe a que algunas empresas tienen ventajas comparativas para financiarse a tasa fija, mientras que otras empresas tienen ventaja en el mercado de tasa flotante.

- Para obtener financiamiento, tiene entonces sentido recurrir al mercado donde se tenga una ventaja comparativa.
- Como resultado de esto, algunas empresas pueden terminar pidiendo prestado a tasa fija, cuando en verdad querían flotante (y viceversa).

Ejemplo: Supongamos que ahora tenemos 2 empresas extranjeras con diferentes clasificaciones de riesgo que desean pedir prestado US\$10 MM. La empresa 1 es AAA, mientras que la empresa 2 es BBB. Las tasas a las que se pueden financiar ambas son:

Empresa	Rating	Fija	Flotante
1	AAA	10.0%	6M LIBOR + 0.3%
2	BBB	11.2%	6M LIBOR + 1.0%

---

## El argumento de la ventaja comparativa (II)

---

La diferencia entre las tasas a las que pueden acceder las empresas 1 y 2 es mayor en el mercado de tasa fija que en el de tasa variable (1,2% vs. 0,7%).

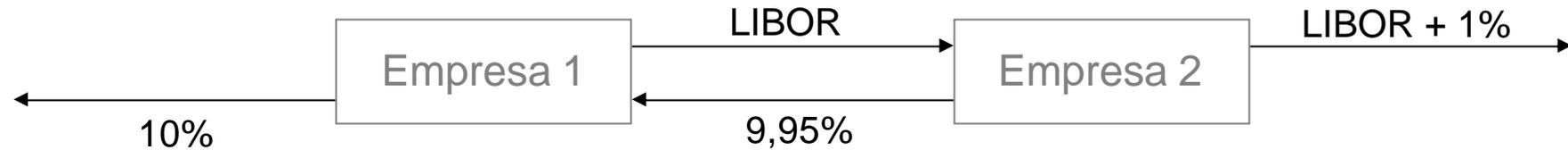
- La empresa 1 tiene una ventaja comparativa en el mercado de tasa fija, mientras que la empresa 2 tiene una ventaja comparativa en el mercado de tasa flotante.

Para facilitar el análisis, supongamos que ambas empresas pueden ponerse en contacto directamente (el que exista un intermediario financiero no cambia los resultados).

- Supongamos además que la empresa 1 desea financiarse a tasa flotante mientras que la empresa 2 necesita fija.
  - Ambas entran en un swap: la empresa 2 se compromete a pagarle a la empresa 1 una tasa fija de 9,95% a cambio de 6M LIBOR (sobre el notional de US\$10 MM).
-

## El argumento de la ventaja comparativa (III)

---



La empresa 1:

- Paga 10% a sus prestamistas.
- Recibe 9,95% de la empresa 2.
- Paga LIBOR a la empresa 2.
- **Pago Neto = LIBOR + 0,05%.**

La empresa 2:

- Paga LIBOR + 1% a sus prestamistas.
  - Recibe LIBOR de la empresa 1.
  - Paga 9,95% a la empresa 1.
  - **Pago Neto = 10,95%.**
-

## El argumento de la ventaja comparativa (III)

---

El swap mejora la tasa de ambas empresas en 0,25%.

- La ganancia total del acuerdo es  $1,2\% - 0,7\% = 0,5\%$  (la diferencia entre las tasas fijas que ven ambas empresas menos la diferencia en las tasas flotantes).

¿Por qué los spreads entre las tasas pueden ser diferentes en los distintos mercados de tasas?