Formulación y Evaluación de Proyectos
Módulo 9.2 – Ingeniería Económica

Profesor: Rubén Darío Uribe Rodríguez (ruburibe@udec.cl)

Ciudad Universitaria, noviembre de 2020

Módulo 9.2

- Tasas de interés nominales y efectivas
- Tasas de interés variables en el tiempo
- Métodos de análisis económicos
    - Análisis del valor presente
    - Análisis del valor futuro

Ecuaciones importantes

$$F = P(F/P\,, i\%, n) = P(1+i)^n$$

$$P = A(P/A\,, i\%, n) = A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i \cdot (1+i)^n}\right]$$

$$F = A(F/A, i\%, n) = A\left[\frac{(1+i)^n - 1}{i}\right]$$

Tasas de interés nominales y efectivas

Tiempo Estándar

- Un año puede ser segmentado en:
  - 365 días
  - 52 semanas
  - 12 meses
  - 2 semestres
  - 4 trimestres
  - 3 cuatrimestres
  - 6 bimestres
- El interés puede ser compuesto más frecuentemente que una vez al año.

Tasa de interés nominales

- Es la tasa de interés que no considera la capitalización de intereses.

$$r = \text{tasa de interés por periodo} \cdot \text{número de periodos}$$

- Ejemplo: Supongamos que tenemos una tasa de interés de 0,9% mensual. Esta tasa es la misma que cada una de las siguientes tasas:
  - Tasa nominal por 2 años: $0{,}9\% \cdot 24 = 21{,}6\%$
  - Tasa nominal por 1,5 años: $0{,}9\% \cdot 18 = 16{,}2\%$
  - Tasa nominal por 1 año: $0{,}9\% \cdot 12 = 10{,}8\%$
  - Tasa nominal por 6 meses: $0{,}9\% \cdot 6 = 5{,}4\%$

Tasas de interés nominales

- Una tasa nominal no hace referencia a la frecuencia de la composición por si.
- Las tasas nominales en general son engañosas.
- Necesitamos una alternativa para que nuestros cálculos sean correctos.
- La verdadera tasa de interés es la **tasa de interés efectiva**.

Tasa de interés efectiva

- $i =$ Tasa real aplicable a un periodo de tiempo establecido
- Esta tasa toma en cuenta la acumulación del interés durante el periodo de la tasa nominal correspondiente
- $i_a =$ Tasa de interés anual efectiva
- $i_e =$ Tasa de interés efectiva
- $PC =$ Periodo de capitalización. Unidad de tiempo más corta durante la que se paga o gana interés.
- $m =$ Frecuencia de composición. Número de veces que la capitalización ocurre en un periodo de tiempo.

Tasa de interés efectiva

- La tasa efectiva se determina a partir de una tasa nominal por medio de la fórmula siguiente:

$$Tasa\ de\ interés\ efectiva\ por\ PC = \frac{r\%\ por\ tiempo\ t}{m\ periodos\ de\ capitalización\ por\ t}$$

$$i_e = \frac{r}{m}$$

Enfoque sobre las diferencias

- Tasas nominales
  - Formato: “$\boldsymbol{r}\%$ por periodo de tiempo, t”
- Tasas de interés efectivas:
  - Formato: “$\boldsymbol{i}\%$ por periodo de tiempo, compuesta m veces en un periodo.
  - m denota el número de veces por periodo que el interés es compuesto.
  - Ejemplo: 18% por año, compuesto mensualmente (12 veces)

¿Cuál tasa usar: r o i?

- Algunos problemas pueden afirmar solamente la tasa de interés nominal.
- **Siempre se debe aplicar la tasa de interés efectiva para resolver los problemas**.
- Las tablas de interés, formulas de valor del dinero en el tiempo, y función de hojas de cálculo asumen que solamente la tasa de interés efectiva son aplicadas en los cálculos.

Citas de tasas de interés

- Las tasas de interés pueden ser citadas de más de una manera:
- Ejemplos:
  - 4% anual
  - $2{,}67\%$ efectivo por año, con capitalización mensual
  - $3{,}1\%$ semestral, con capitalización trimestral
- Luego, será importante descifrar la afirmación sobre le interés, y obtener el que realmente nos sirva para los cálculos que debamos realizar.

Citas de tasas de interés

- 4% anual
- No hay información respecto a la frecuencia de la composición.
- Deberíamos asumir que es un por un año. Luego, $m = 1$.
- En este caso, deberemos asumir que 4% anual es una tasa de interés efectiva anual.

Citas de tasas de interés

- $2{,}67\%$ efectivo por año, con capitalización mensual
- En este caso la frecuencia de la capitalización es mensual.
- Luego, $m = 12$.
- Sin embargo, en este caso no es necesario calcular la tasa de interés efectiva verdadera, pues ya está dada: $2{,}67\%$ efectivo por año.

Citas de tasas de interés

- $3{,}1\%$ semestral, con capitalización trimestral
- En este caso la frecuencia de la capitalización es trimestral.
- Luego, $m = 2$ (hay 2 trimestres en 1 semestre).
- En este caso, sí es necesario calcular la tasa de interés efectiva verdadera.
- La tasa de interés efectiva por trimestre es:

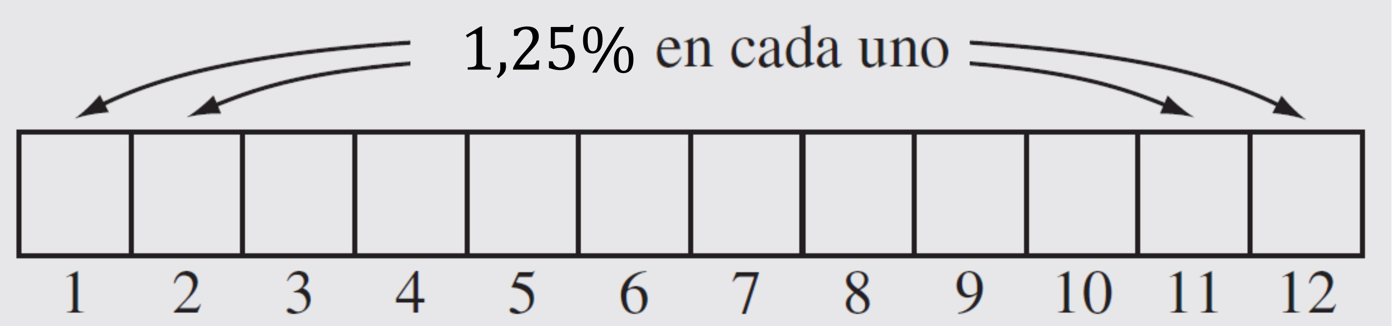
$$\frac{3{,}1\%}{2} = 1{,}55\% \text{ trimestral}$$

Ejemplo: Tasa de interés efectivo

- $i = 15\%$ anual, compuesto mensualmente
- La tasa efectiva por mes es:

$$\frac{15\%}{12} = 1{,}25\% \text{ mensual}$$

- En este caso $m = 12$ y $PC = 1$ mes



Ejemplo: Tasa de interés efectivo

- $i = 15\%$ anual, compuesto trimestralmente
- La tasa efectiva por trimestre es:

$$\frac{15\%}{4} = 3{,}75\% \text{ trimestral}$$

- En este caso $m = 4$ y $PC = 3$ meses

3,75%	3,75%	3,75%	3,75%
1	2	3	4

Ejemplo: Tasa de interés efectivo

- $i = 15\%$ anual, compuesto semestralmente
- La tasa efectiva por semestre es:

$$\frac{15\%}{2} = 7{,}5\% \text{ semestral}$$

- En este caso $m = 2$ y $PC = 6$ meses

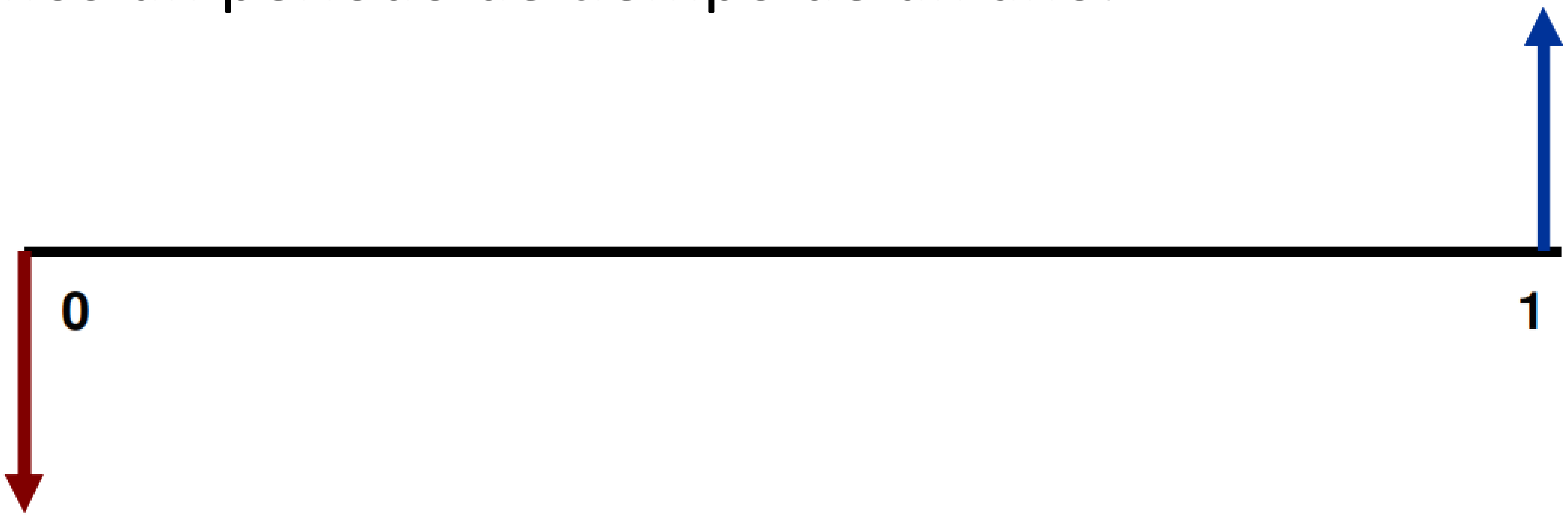
7,5%	7,5%
1	2

Frecuencias comunes de la composición

- El interés puede ser compuesto:
  - Anualmente: 1 vez al año ($m = 1$)
  - Semestralmente: 2 veces al año ($m = 2$)
  - Cuatrimestralmente: 3 veces al año ($m = 3$)
  - Trimestralmente: 4 veces al año ($m = 4$)
  - Bimestralmente: 6 veces al año ($m = 6$)
  - Mensualmente: 12 veces al año ($m = 12$)
  - Semanalmente: 52 veces al año ($m = 52$)
  - Diariamente: 365 veces al año ($m = 365$)
  - Continuo: infinitos números periodos de composición

Derivando la Tasa de interés efectiva

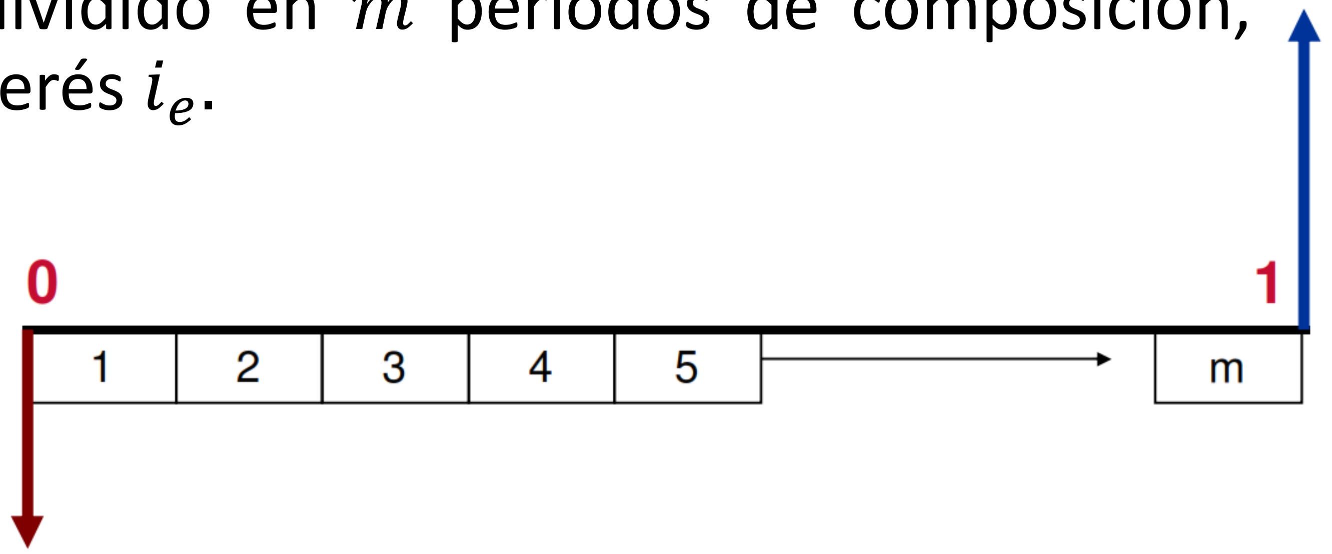
- Supongamos un periodo de tiempo de un año.



- Si invertimos P hoy $(t = 0)$ a una tasa de interés anual i_a.
- Luego, transcurrido un año tendremos: $F = P(1 + i_a)^1$

Derivando la Tasa de interés efectiva

- Pero ya hemos visto que el interés podría ser compuesto más de una vez por año.
- Asumamos que el año es dividido en m periodos de composición, cada uno con una tasa de interés i_e.



- Luego, transcurrido los m periodos tendremos: $F = P(1 + i_e)^m$

Derivando la Tasa de interés efectiva anual

- Luego, hemos obtenido dos expresiones para el valor de F:
  - $F = P(1 + i_a)^1$
  - $F = P(1 + i_e)^m$
- Igualando ambas expresiones se tiene que:

$$P(1 + i_a)^1 = P(1 + i_e)^m$$

- Resolviendo para i_a, se tiene que:

$$1 + i_a = (1 + i_e)^m$$

$$i_a = (1 + i_e)^m - 1$$

Derivando la Tasa de interés efectiva anual

- Recordando que la tasa de interés efectiva por periodo de capitalización es:

$$i_e = \frac{r}{m}$$

- Entonces, una expresión para la tasa de interés efectiva anual es:

$$i_a = \left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1$$

Ejemplos

- Supongamos una tasa de interés del 6% anual compuesto trimestralmente. ¿Cuál es la tasa de interés efectiva anual?

$$i_a = \left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1$$

$$i_a = \left(1 + \frac{6\%}{4}\right)^4 - 1 = 6{,}14\% \text{ anual efectivo}$$

- Además, la tasa de $\frac{6\%}{4} = 1{,}5\%$ es una tasa de interés efectiva trimestral.

Ejemplos

- Supongamos una tasa de interés del 6% anual compuesto mensualmente. ¿Cuál es la tasa de interés efectiva anual?

$$i_a = \left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1$$

$$i_a = \left(1 + \frac{6\%}{12}\right)^{12} - 1 = 6{,}17\%\ \text{anual efectivo}$$

- Además, la tasa de $\frac{6\%}{12} = 0{,}5\%$ es una tasa de interés efectiva mensual.

Ejemplos

- Nos podemos percatar que de una tasa nominal se obtuvieron 2 tasas efectivas:
- 6% anual compuesto mensualmente
- $6{,}17\%$ anual efectivo
- $0{,}5\%$ mensual efectivo

Ejemplo 2

- A partir de una tasa de interés del 6% anual, podemos obtener muchas tasas de interés efectivas, dependiendo de los periodos de composición.
- Para $m = 1$: $i_e = \left(1 + \frac{6\%}{1}\right)^1 - 1 = 6\%$ anual efectivo
- Para $m = 2$: $i_e = \left(1 + \frac{6\%}{2}\right)^2 - 1 = 6,090\%$ anual efectivo
- Para $m = 4$: $i_e = \left(1 + \frac{6\%}{4}\right)^4 - 1 = 6,136\%$ anual efectivo
- Para $m = 12$: $i_e = \left(1 + \frac{6\%}{12}\right)^{12} - 1 = 6,168\%$ anual efectivo

Ejemplo 2

- Para $m = 52$: $i_e = \left(1 + \frac{6\%}{52}\right)^{52} - 1 = 6,180\%$ anual efectivo
- Para $m = 365$: $i_e = \left(1 + \frac{6\%}{365}\right)^{365} - 1 = 6{,}183\%$ anual efectivo
- Para $m = 365 \cdot 24$: $i_e = \left(1 + \frac{6\%}{365 \cdot 24}\right)^{365 \cdot 24} - 1 = 6{,}184\%$ anual efectivo
- Podríamos seguir subdividiendo el año en periodos cada vez más pequeños.
- Existe un límite cuando m tiende a infinito. A esta tasa de interés se le denomina tasa de interés efectiva continua.

Tasa de interés efectiva continua

- Cuando m tiende a infinito se tiene que:

$$i = \lim_{m \to \infty} \left(1 + \frac{r}{m}\right)^{m} - 1$$

- Del uso del calculo diferencial se llega a:

$$i = e^{r} - 1$$

Período de Composición y de Pago

- PC es el periodo de composición
- PP es el periodo de pago
- A menudo la frecuencia de depositar fondos o hacer pagos no coincide con la frecuencia de la composición.

Comparando PP y PC

- Realidad
  - PP y PC no siempre coinciden
  - Pueden existir flujos de caja mensuales pero, periodos de composición semestrales, por ejemplo.
- Ejemplo: Cuentas de ahorro
  - Depósitos mensuales a 30 días (PP)
  - Interés ganado a 35 días (PC)

No coinciden!

Caso 1: Cantidades puntuales

- Ejemplo:
  - $i = 15\%$ anual, compuesto mensualmente
  - Sea $P = \$1.500$
  - Encontrar F en 2 años
- Siempre debemos considerar tasas de interés efectivas.

$$\frac{15\%}{12} = 1{,}25\% \text{ mensual efectiva}$$

- Luego, tenemos dos opciones, trabajar en meses o años

Ejemplo 1: Cantidades puntuales

- Enfoque 1: n en meses
- Resolviendo

$$F_{24} = 1.500(F/P\,, 1{,}25\%, 24)$$

$$F_{24} = 1.500 \cdot (1 + 0{,}0125)^{24}$$

$$F_{24} = 1.500 \cdot 1{,}3474$$

$$F_{24} = \$2.021{,}03$$

Ejemplo 1: Cantidades puntuales

- Enfoque 2: n en años
- Primero que todo, necesitamos aplicar una tasa de interés efectiva anual:

$$(1 + i_{anual}) = (1 + i_{mensual})^{12}$$

$$i_{anual} = (1 + i_{mensual})^{12} - 1$$

$$i_{anual} = (1 + 1{,}25\%)^{12} - 1 = 16{,}08\%$$

- Luego,

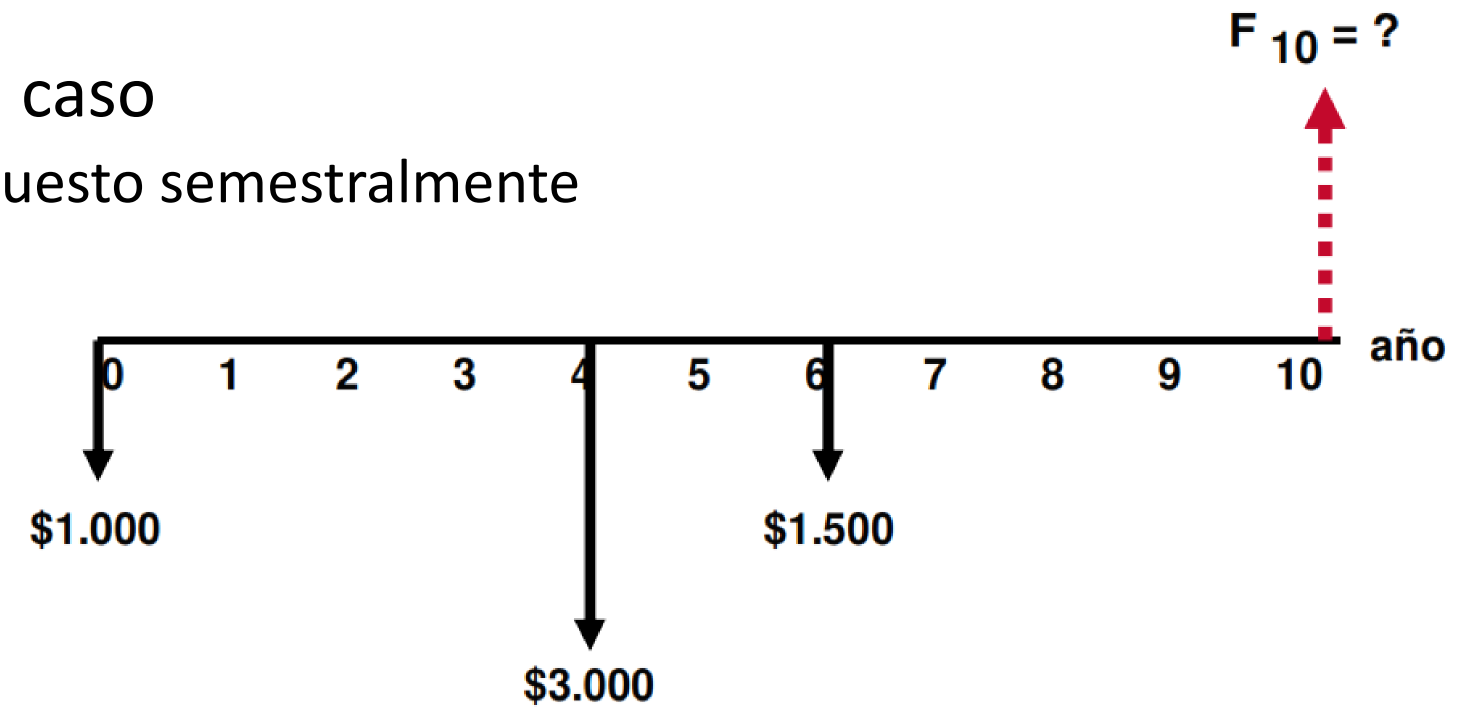
$$F_2 = 1.500(F/P\,, 16{,}08\%, 2)$$

$$F_2 = 1.500 \cdot (1 + 0{,}1608)^2$$

$$F_2 = \$2.021{,}03$$

Ejemplo 2: Cantidades puntuales

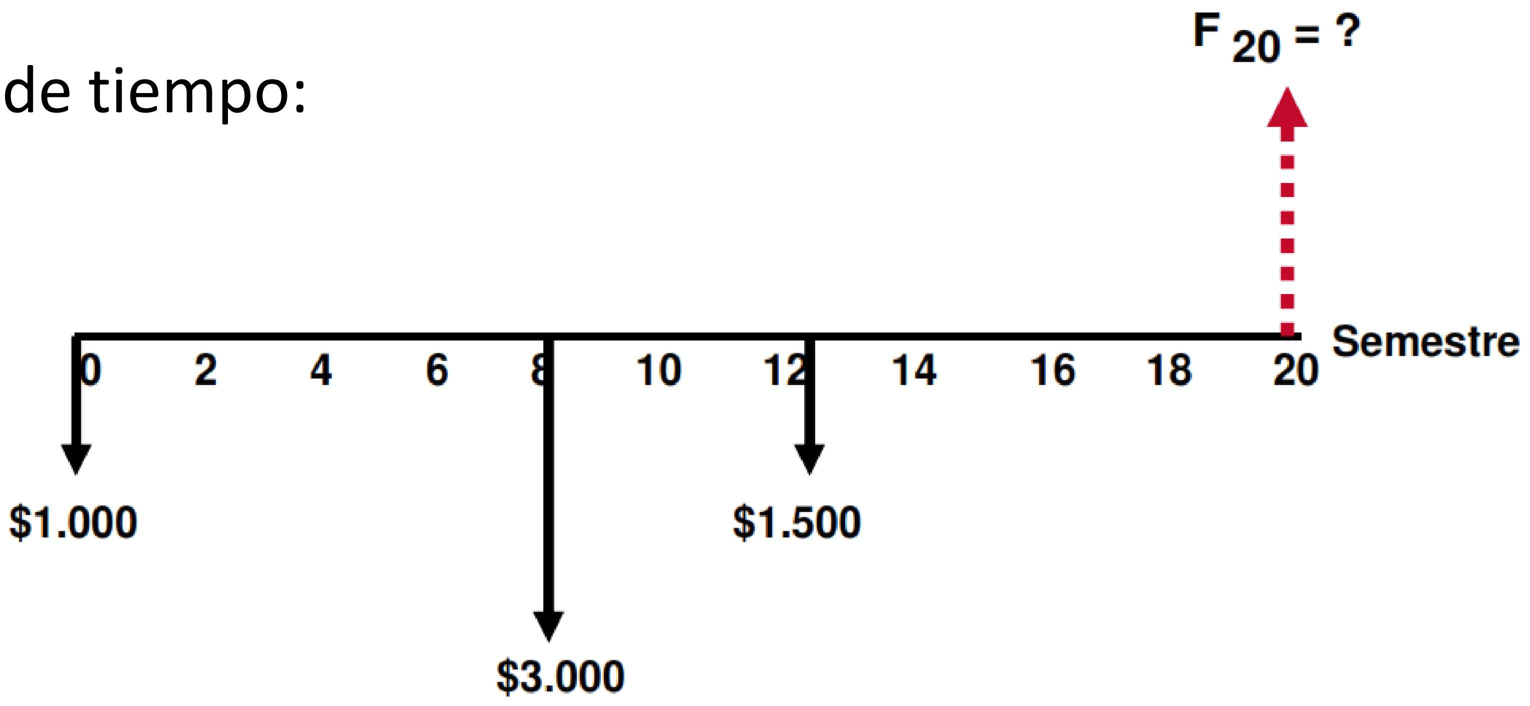
- Considere el siguiente caso
  - $i = 12\%$ anual, compuesto semestralmente



- Sugerencia: Trabajar con marcos semestrales de tiempo
- O sea, contar n en términos de intervalos semestrales

Ejemplo 2: Cantidades puntuales

- Reestructurando la línea de tiempo:

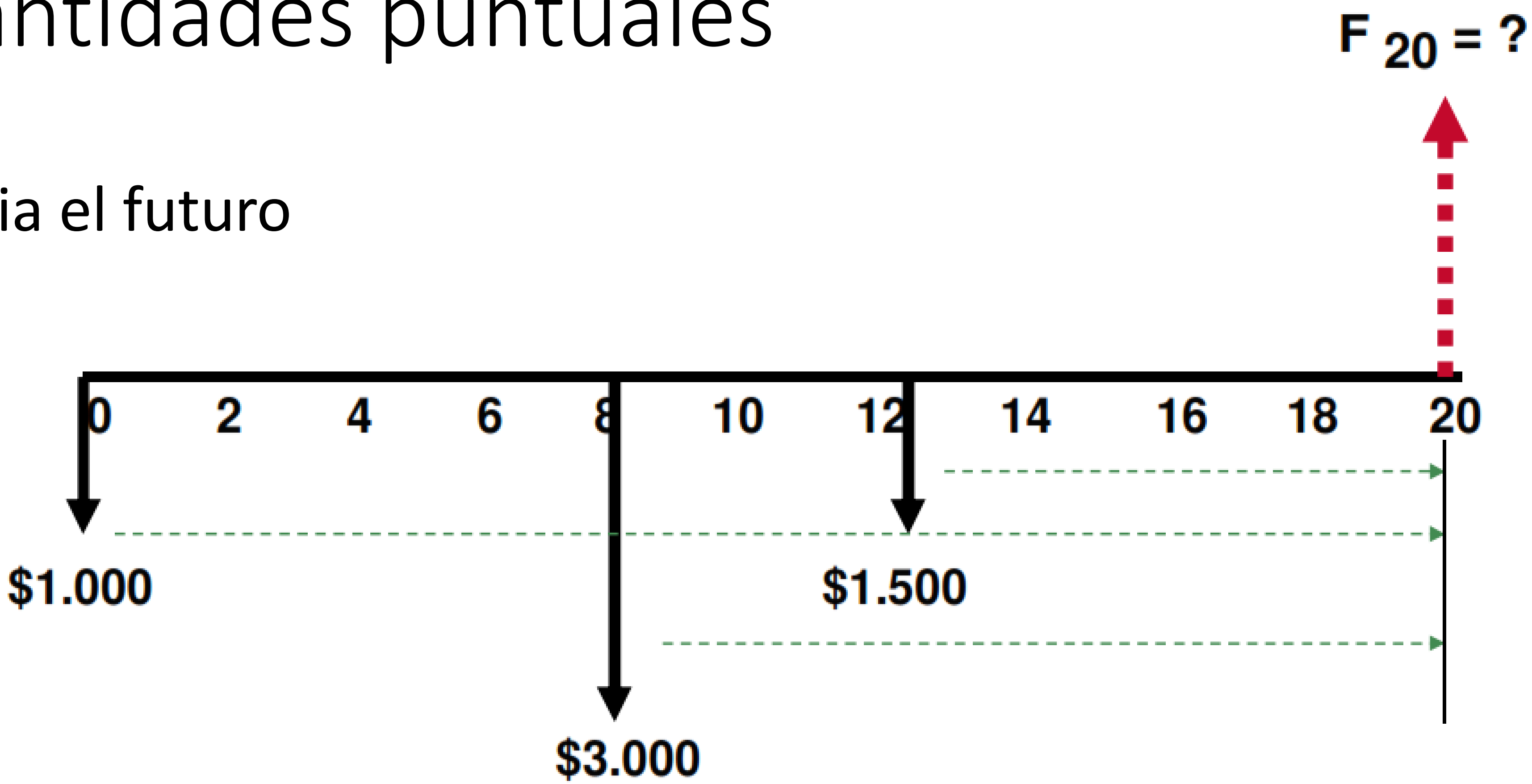


- Por lo tanto, la tasa de interés debe ser dispuesta en términos semestrales:

$$\frac{12\%}{2} = 6\% \text{ semestral efectiva}$$

Ejemplo 2: Cantidades puntuales

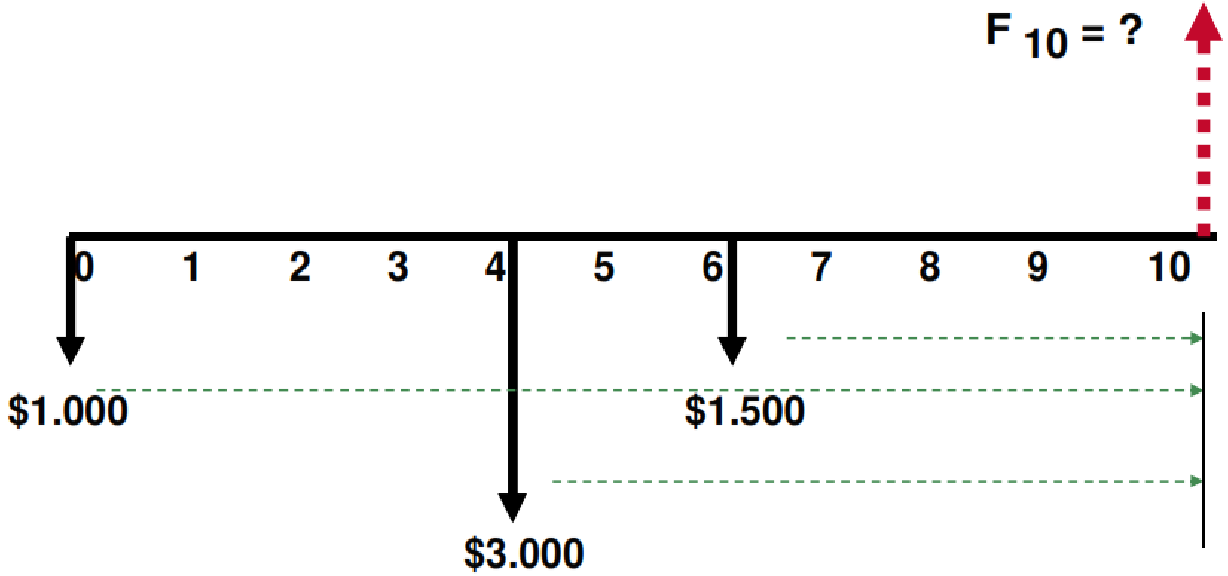
- Componiendo hacia el futuro



$$F_{20} = 1.000(F/P\,,6\%,20) + 3.000(F/P\,,6\%,12) + 1.500(F/P\,,6\%,8)$$

$$F_{20} = \$11.634$$

Ejemplo 2



- Supongamos que contamos n en años

- Tal como en el ejemplo anterior, la tasa de interés de ver ser efectiva anual:

$$i_{anual} = (1 + i_{semestral})^2 - 1$$

$$i_{anual} = (1 + 6\%)^2 - 1 = 12{,}36\%$$

- Ahora, nuestro problema se traduce en encontrar el valor futuro, con n en años e $i = 12{,}36\%$. Así, se tiene que

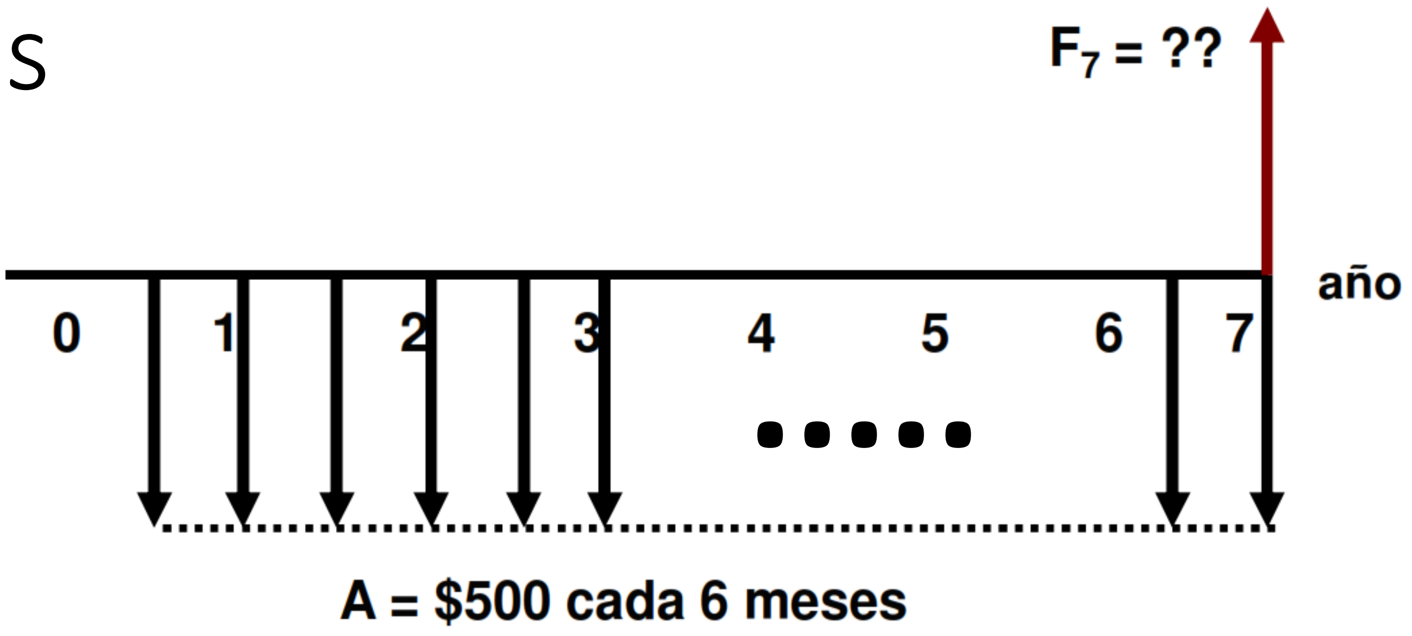
$$F_{10} = 1.000(F/P\,,12{,}36\%, 10) + 3.000(F/P\,,12{,}36\%, 6) + 1.500(F/P\,,12{,}36\%, 4)$$

$$F_{10} = \$11.634$$

Caso 2: Series

- En este caso PP se define por la frecuencia de los flujos de efectivo.
- Esto también establece la unidad de tiempo de la tasa de interés efectiva.
- O sea, si los flujos de efectivo son semestrales, el PP es un semestre, y por lo tanto, se necesita una tasa de interés efectiva semestral. El valor de n es el número total de semestres.
- Luego, el procedimiento para este tipo de casos es:
  - Calcular la tasa de interés efectiva i por periodo de pago.
  - Definir n como el número total de periodos de pago.
- A diferencia del caso para cantidades puntuales (pagos únicos), en este caso no hay otras combinaciones posibles.

Ejemplo 1: Series



- Supongamos una tasa de interés del 20% anual, compuesta trimestralmente.
- Entonces, para este caso $PP = 6$ meses y $PC = 3$ meses
- Como los flujos de efectivo son semestrales (cada 6 meses), entonces se necesita una tasa de interés efectiva semestral. El valor de n es el número total de flujos.

Ejemplo 1: Series

- En este caso necesitamos una tasa de interés efectiva semestral.
- ¿Pero como la calculamos? Solo tenemos la siguiente ecuación:

$$i_a = \left(1 + \frac{r}{m}\right)^m - 1$$

- Deberemos recordar como construimos esta ecuación.
- Primero que todo en un semestre hay dos trimestres luego:

$$P(1 + i_{semestral})^1 = P(1 + i_{trimestral})^2$$

- Resolviendo para $i_{semestral}$, se tiene que:

$$i_{semestral} = (1 + i_{trimestral})^2 - 1$$

Ejemplo 1: Series

- Luego, necesitamos la tasa de interés efectiva trimestral:

$$i_{trimestral} = \frac{20\%}{4} = 5\%$$

- Y así,

$$i_{semestral} = (1 + 5\%)^2 - 1 = 10{,}25\%$$

- De esta manera, el interés se adaptó a la forma de los pagos.
- Por lo tanto,

$$F_{\text{año } 7} = F_{semestre\ 14} = 500(F/A\,, 10{,}25\%, 14) = \$14.244{,}5$$

Caso 2: Series

- Tal como en el ejemplo anterior, para los casos en que PP $\geq$ PC la tasa de interés deberá coincidir con la frecuencia de los pagos.
- No intentar ajustar los pagos a la tasa de interés.

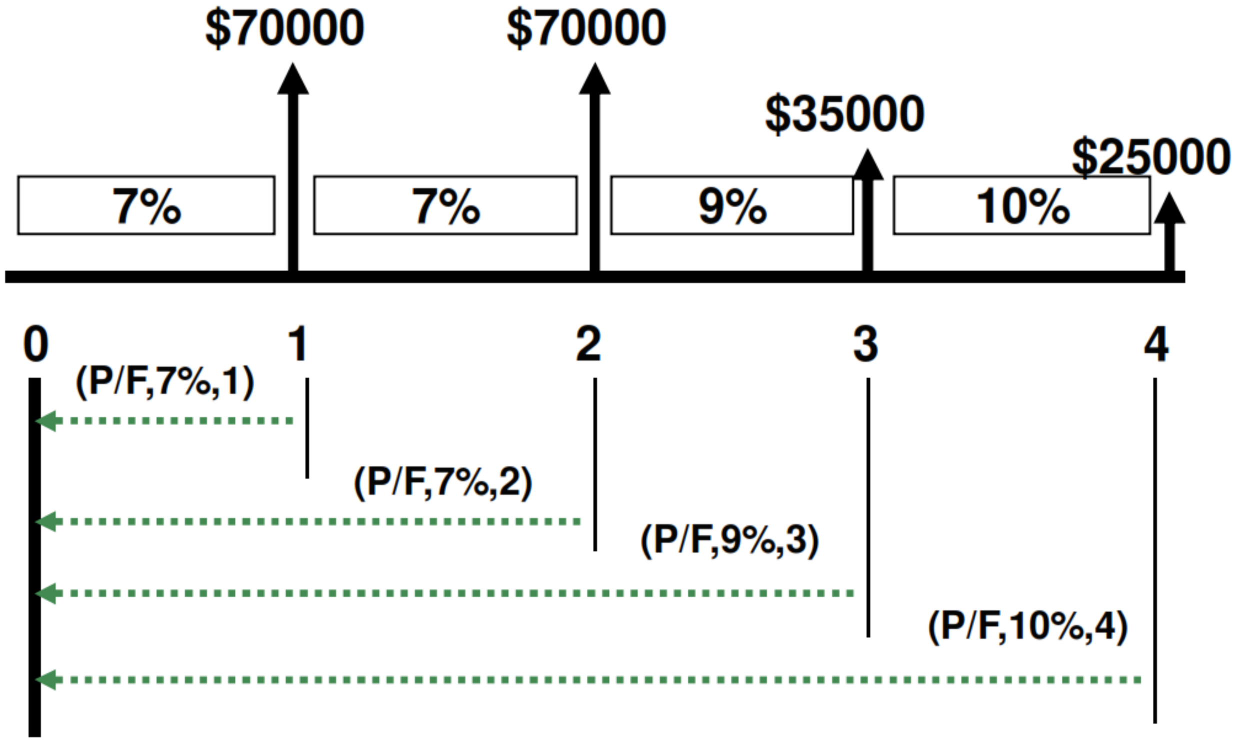
Tasas de interés variables en el tiempo

Tasas de interés variables en el tiempo

- En la práctica las tasas de interés no permanecen constantes a través del tiempo a menos que exista una obligación contractual.
- Puede existir una “variación” de tasas de interés completamente normal!
- Si se requiere, cómo se puede analizar esta situación?

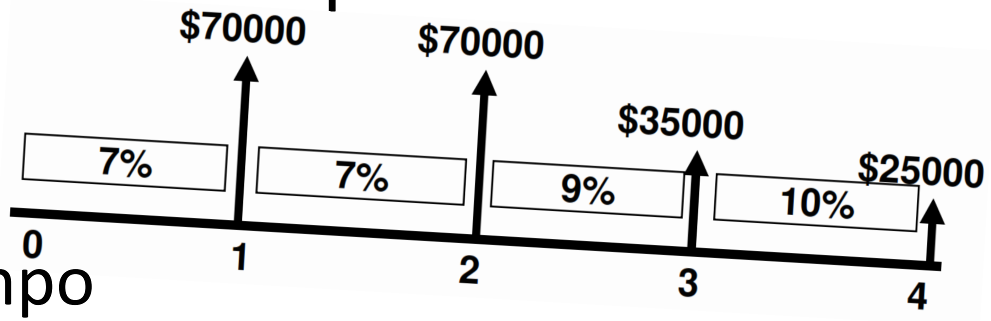
Tasas de interés variables en el tiempo

- Asuma el siguiente ejemplo de beneficios futuros:



Este análisis es un error!

Tasas de interés variables en el tiempo



- Para encontrar el valor presente:
- Traer cada flujo de caja al punto del tiempo apropiado con la tasa de interés de acuerdo a:

$$P = F_1(P/F\,, i_1, 1) + F_2(P/F\,, i_1, 1)(P/F\,, i_2, 1) + \cdots$$
$$\ldots + F_n(P/F\,, i_1, 1)(P/F\,, i_2, 1)(P/F\,, i_3, 1) \ldots (P/F\,, i_n, 1)$$

- Luego, en el ejemplo anterior, el valor presente sería

$$P = 70000(P/F\,, 7\%, 1) + 70000(P/F\,, 7\%, 1)(P/F\,, 7\%, 1) + \cdots$$
$$\ldots + 35000(P/F\,, 9\%, 1)(P/F\,, 7\%, 1)(P/F\,, 7\%, 1) + \cdots$$
$$\ldots + 25000(P/F\,, 10\%, 1)(P/F\,, 9\%, 1)(P/F\,, 7\%, 1)(P/F\,, 7\%, 1)$$

$$P = \$172.816.-$$

Tasas de interés variables en el tiempo

- El último término de la expresión que encontramos anteriormente:

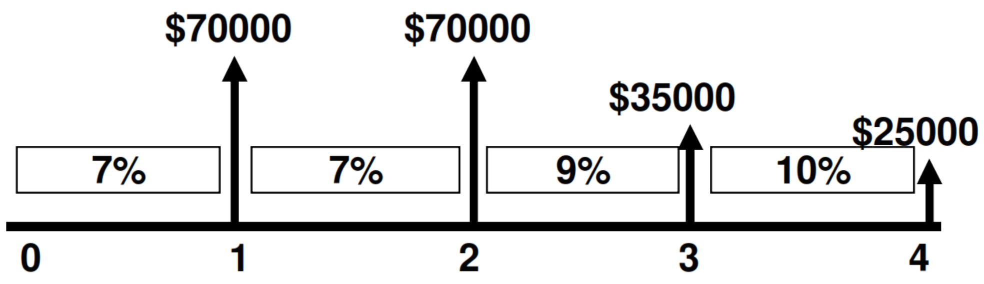
$$P = F_n(P/F\ , i_1, 1)(P/F\ , i_2, 1)(P/F\ , i_3, 1) \dots (P/F\ , i_n, 1)$$

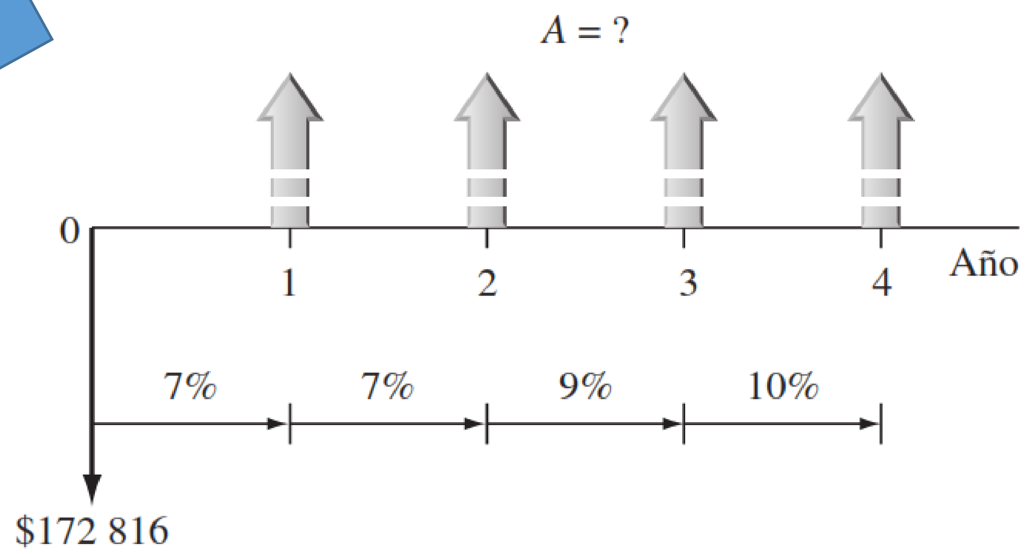
  es la expresión del valor presente del flujo de efectivo futuro.

- Si se requiere la serie uniforme equivalente A durante todos los años n, primero se calcula P con cualquiera de las dos últimas ecuaciones; en seguida se sustituye el símbolo A por cada símbolo F_t.
- Como el valor equivalente P se determinó numéricamente con las tasas variables, esta nueva ecuación sólo tendrá una incógnita: A.

Ejemplo: ¿Cómo calcular el valor de A con tasas de interés variables?

- Tomemos el mismo caso anterior, donde se obtuvo $P = \$172.816$





- Queremos obtener la serie uniforme equivalente A durante los 4 años.

Ejemplo: ¿Cómo calcular el valor de A con tasas de interés variables?

- Para determinar una serie anual equivalente se sustituye el símbolo A por los flujos anuales en la parte derecha de la ecuación obtenida anteriormente, esto se iguala a $P = \$172.816$ y se despeja A. Esta ecuación toma en cuenta los valores variables i de cada año.

$$172816 = A(P/F\,,7\%,1) + \ A(P/F\,,7\%,1)(P/F\,,7\%,1) + \cdots$$
$$\ldots + A(P/F\,,9\%,1)(P/F\,,7\%,1)(P/F\,,7\%,1) + \cdots$$
$$\ldots + A(P/F\,,10\%,1)(P/F\,,9\%,1)(P/F\,,7\%,1)(P/F\,,7\%,1)$$

$$172816 = A \cdot 0{,}9346 + A \cdot 0{,}9346 \cdot 0{,}9346 + A \cdot 0{,}9174 \cdot 0{,}9346 \cdot 0{,}9346 + \cdots$$
$$\ldots + A \cdot 0{,}9091 \cdot 0{,}9174 \cdot 0{,}9346 \cdot 0{,}9346$$

$$\Rightarrow A = \$51.777/año$$

Métodos de análisis económico: Análisis del valor presente

Análisis del valor presente

- Pasos para realizar un análisis de valor presente de una sola alternativa (inversión):
  - Utilizando las formulas derivadas del interés compuesto, traer todos los ingresos y egresos al presente.
  - Seleccionar la alternativa si su valor presente neto es mayor o igual a 0:

$$VP\ de\ ingresos\ - VP\ de\ costos \geq 0$$

Ejemplo

- Se tiene un proyecto de 5 años que tiene una inversión de \$2.500, con ingresos anuales de \$2.000 y costos anuales de \$900. El valor de salvamento es de \$200. Si la tasa de interés es del 10% anual, ¿Se justifica realizar este proyecto?
- Sean: $P = 2.500, I = 2.000, C = 900, S = 200, n = 5, i \ = 10\%$.
- Luego:

$$VP = -P + (I - C)(P/A, 10\%, 5) + S(\ P/F\ , 10\%, 5)$$

$$VP = -2500 + 1100(P/A, 10\%, 5) + 200(\ P/F\ , 10\%, 5)$$

$$VP = \$1.794. -$$

- Luego, como $VP \geq 0$ entonces el proyecto se justifica económicamente.

Análisis del valor presente

- Categorización de alternativas de proyectos:
    - **Mutuamente excluyentes**: Sólo uno de los proyectos viables puede seleccionarse.
    - **Independientes**: Más de un proyecto viable puede seleccionarse a través de un análisis económico.
    - Existe la opción NH, no hacer nada.

Alternativas con vidas iguales

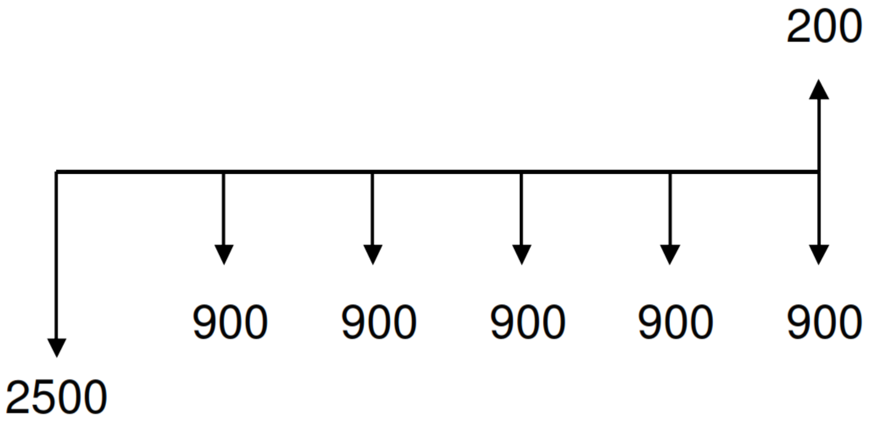
- **Una alternativa**: Calcular VP, si es mayor a cero, la alternativa es financieramente viable.
- **Dos o más alternativas excluyentes**: Determinar VP por alternativa. Seleccionar la mayor en términos numéricos.
- **Proyectos independientes**: elegir todas las alternativas con $VP \geq 0$

Ejemplo para varias alternativas

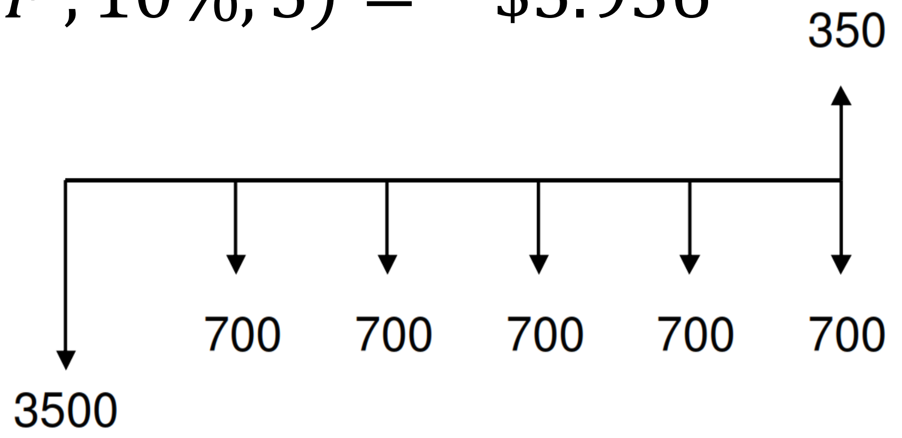
- Se disponen de dos alternativas de maquinaria para un mismo servicio. Determinar cuál máquina ofrece la mejor alternativa, considerando una tasa de descuento del 10% anual.

	Máquina A	Máquina B
Inversión	$2.500	$3.500
Costo de operación anual	$900	$700
Valor de recuperación	$200	$350
Vida útil (años)	5	5

Ejemplo para varias alternativas



- Alternativa 1:
- $VP = -2500 - 900(P/A, 10\%, 5) + 200(P/F, 10\%, 5) = -\$5.788$
- Alternativa 2:
- $VP = -3500 - 700(P/A, 10\%, 5) + 350(P/F, 10\%, 5) = -\$5.936$
- ¿Qué maquina se prefiere?



Ejemplo 2

- Se dispone de un local que puede ser arrendado en $100 anuales. Además se puede arrendar con una fotocopiadora que dará beneficios por $150 anuales. Esto último demanda una inversión de $500, con una vida útil de 5 años. Si la tasa de interés es del 5% anual, plantee las alternativas y decida.
- Solución: Tenemos 3 alternativas:
  - Arrendar
  - Hacer local de fotocopiado
  - No hacer nada (VAN=0)

Ejemplo para varias alternativas

- Alternativa 1:

$$VP = 100(P/A\,, 10\%, 5) = \$379$$

- Alternativa 2:

$$VP = -500 + 150(P/A\,, 10\%, 5) = \$68$$

- ¿Qué alternativa se prefiere?

Alternativas con vidas diferentes

- ¿Cómo abordar este tipo de problemas?
  - Comparar las alternativas durante un período de tiempo igual al **Mínimo Común Múltiplo (MCM)** de sus vidas.
  - Comparar las alternativas usando un **período de estudio de n cantidad de años**. Se ignoran todos los flujos de efectivo ocurridos más allá del periodo de estudio.

Alternativas con vidas diferentes

- Suposiciones del enfoque del MCM
  - El servicio entregado por las alternativas se cumplirá para el MCM o más años.
  - La alternativa seleccionada se repetirá para el MCM exactamente de la misma forma.
  - La estimación de los flujos de caja será la misma para cada ciclo de vida.
- Si se utiliza un período de estudio de n cantidad de años y la vida útil del equipo es mayor a n, **usar el valor de mercado en el año $\boldsymbol{n}$ para reventa**.
- El enfoque del periodo de estudio es útil cuando el MCM de las alternativas genera un periodo de evaluación irreal, por ejemplo, cinco y nueve años.

Ejemplo

- Una empresa requiere comprar un nuevo equipo, las alternativas son:

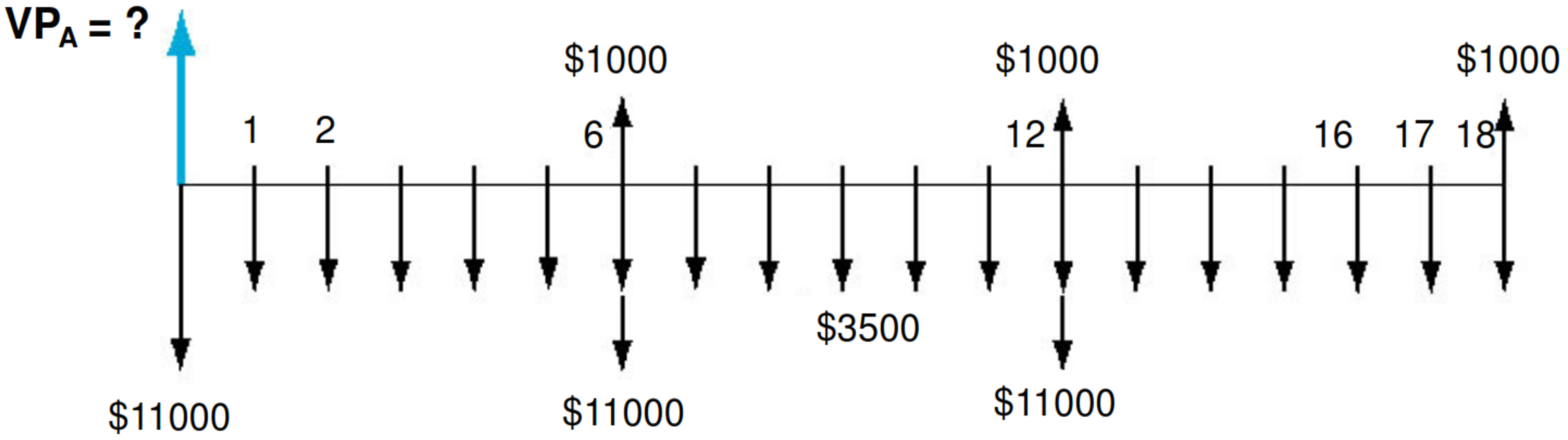
	Máquina A	Máquina B
Inversión	\$11.000	\$18.000
Costo de operación anual	\$3.500	\$3.100
Valor de recuperación	\$1.000	\$2.000
Vida útil (años)	6	9

- Determinar que máquina es más conveniente si la tasa de interés es del 15% anual.

$$MCM\{6,9\} = 18$$

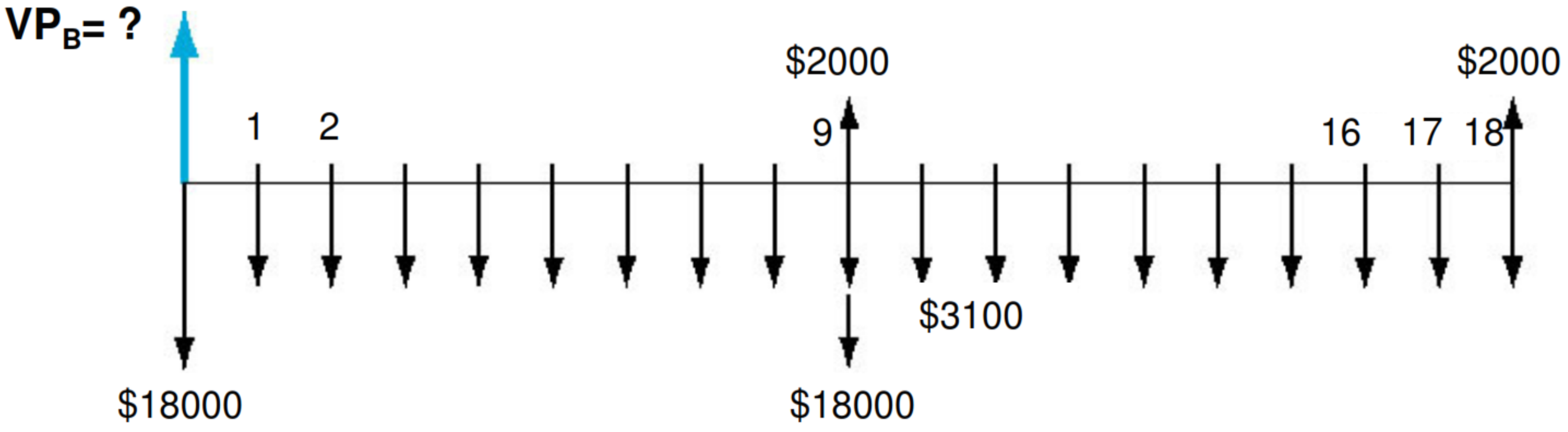
Solución

- $VP_A = -\,11000\ -\ 11000(P/F\,,15\%,6) +\ 1000(P/F\,,15\%,6) - 11000(P/F\,,15\%,12) + 1000(P/F\,,15\%,12) + 1000(P/F\,,15\%,18) - 3500(P/A\,,15\%,18) = -\$38.559$.-



Solución

- $VP_B = -\,18000\ -\ 18000(P/F\,,15\%,9) + 2000(P/F\,,15\%,9) + 2000(P/F\,,15\%,18) - 3100(P/A\,,15\%,18) = -\$41.384$.-



Solución

- ¿Qué máquina se escoge?
- Y si el horizonte de planeación es 5 años, ¿cuál máquina se selecciona?
- $VP_A = -11000 \ -3500(P/A\,,15\%, 5) + 1000(P/F\,,15\%, 5) = -\$22.236$.-
- $VP_B = -18000 \ -3100(P/A\,,15\%, 5) + 2000(P/F\,,15\%, 5) -= -\$27.937$.-
- Se sigue escogiendo la máquina A.

Análisis del valor futuro

- Las directrices para seleccionar con el VF son las mismas que con el análisis VP; si $VF \geq 0$, significa que se logrará o se excederá la TMAR. Para dos (o más) alternativas mutuamente excluyentes, se selecciona aquella cuyo VF sea mayor en términos numéricos.
- La evaluación de alternativas con Valor Futuro puede aplicarse (aunque no es lo usual en la práctica) para situaciones de inversión de grandes cantidades de capital cuando es importante maximizar el valor futuro de una empresa

Lectura obligatoria

- Capítulos 4, 5 y 6: Blank, L. & Tarquin A. (2006). *Ingeniería Económica* (6° ed.), México D.F.: Editorial McGraw-Hill Interamericana. ISBN: 970-10-5608-6.