

Il confine A racchiude tutto il processo, il sistema definito da questo confine ha come input le alimentazioni 1,2,e 3 e come uscite i prodotti 1, 2 e 3. Il bilancio di questo sistema si definisce bilancio complessivo. Il flusso che unisce l'Unità 1 con l'Unità 2 è interno al sistema e non deve essere considerato nel bilancio complessivo.

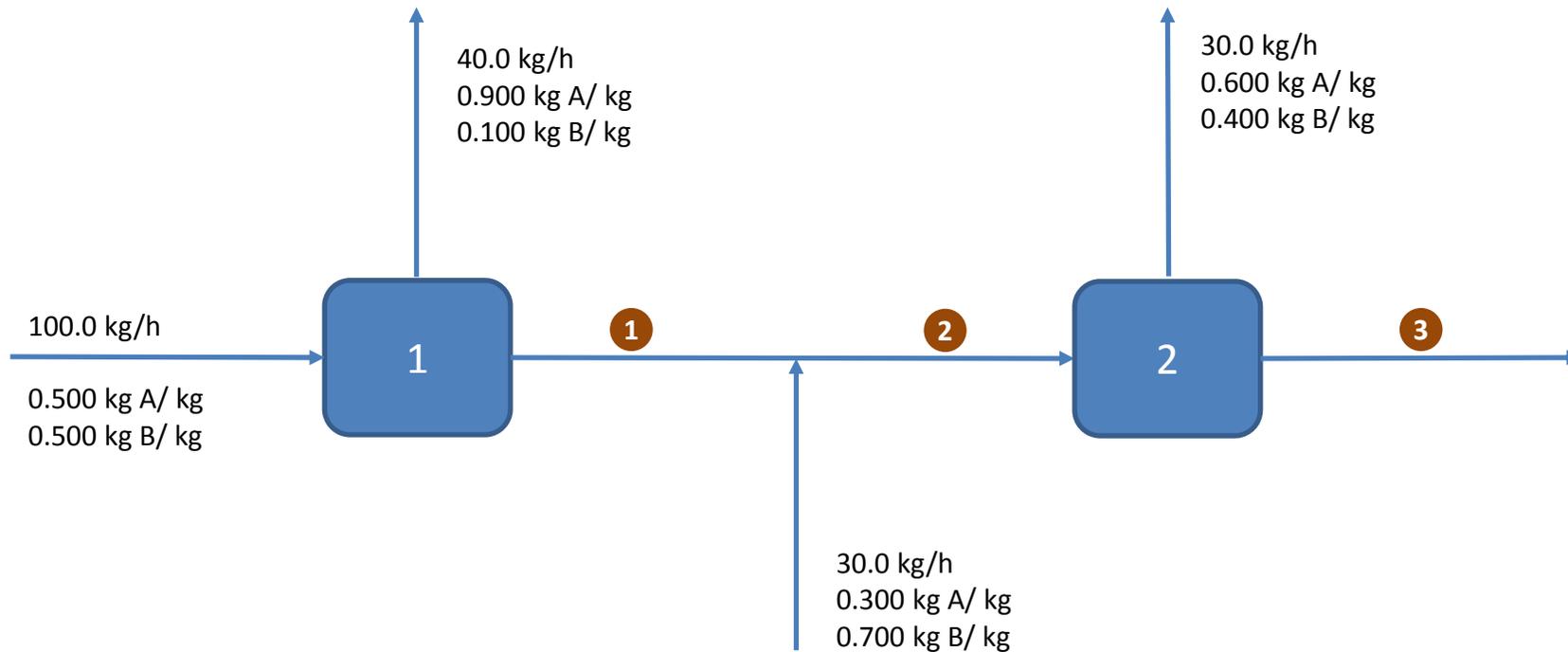
Il confine B racchiude un punto di miscelazione, il confine D racchiude un punto di separazione.

Il confine C racchiude l'Unità 1 ( un flusso di ingresso e due flussi di uscita).

Il confine E racchiude l'Unità 2 ( due flussi di ingresso e un flusso di uscita).

## Esempio 4.4 – 1 PROCESSO con 2 stadi

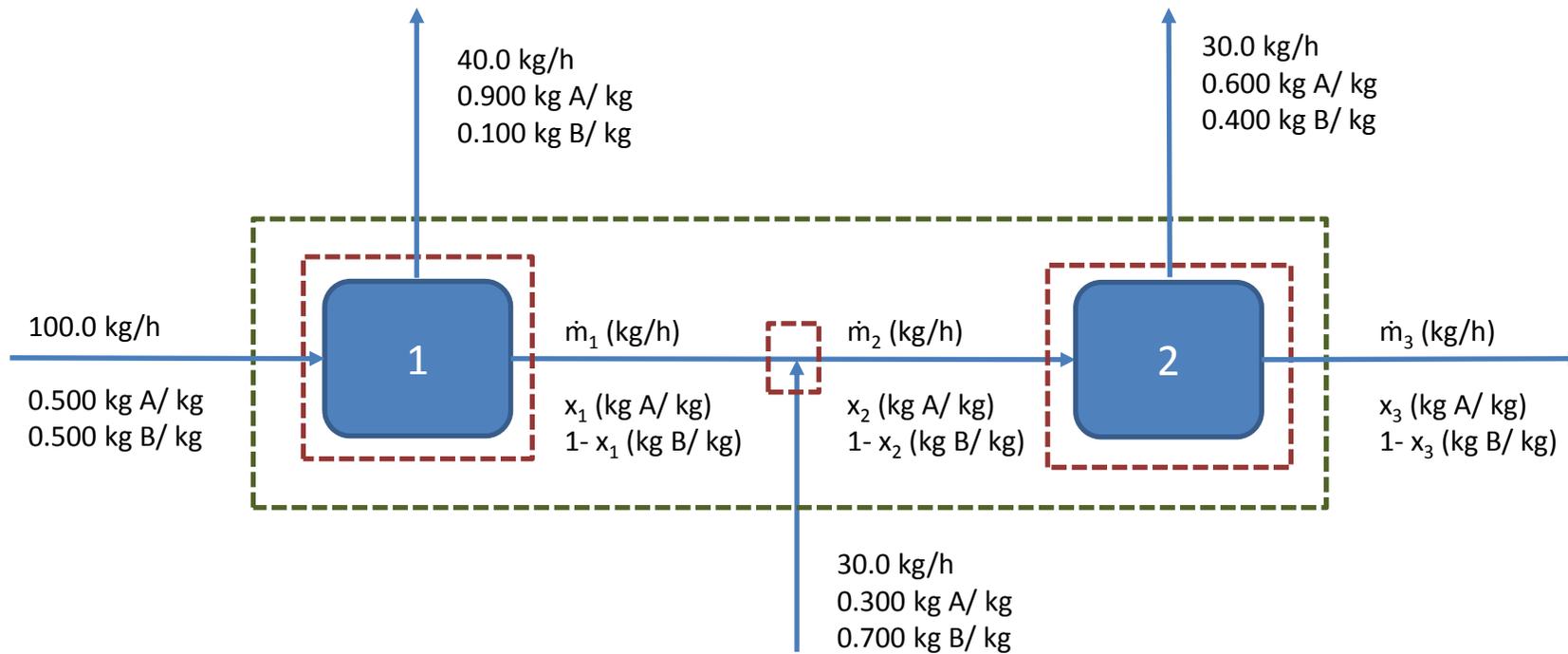
Di seguito viene illustrato lo schema di un processo bi-stadio in condizioni stazionarie. Ogni flusso contiene due componenti, A e B, in differenti proporzioni. Tre flussi, le cui portate e composizioni non sono note, sono contrassegnate con 1, 2 e 3.



Determinare le portate e le composizioni dei flussi 1, 2 e 3.

# Esempio 4.4 – 1 PROCESSO con 2 stadi

# SOLUZIONE



## CALCOLI

**Bilancio di Massa Complessivo:**

$$(100.0 + 30.0) \text{ kg/h} = (40.0 + 30.0) \text{ kg/h} + \dot{m}_3 \quad \Rightarrow \dot{m}_3 = 60.0 \text{ kg/h}$$

**Bilancio di A Complessivo:** (Verifica che ogni termine additivo ha l'unità kg A/h)

$$(0.500)(100.0) + (0.300)(30.0) = (0.900)(40.0) + (0.600)(30.0) + x_3(60.0)$$
$$\Rightarrow x_3 = 0.0833 \text{ kg A/kg}$$

**Bilancio di Massa sull'unità 1:**

$$100 = 40 + \dot{m}_1 \quad \Rightarrow \dot{m}_1 = 60.0 \text{ kg/h}$$

**Bilancio di A sull'unità 1:**

$$(0.500)(100.0) = (0.900)(40.0) + x_1(60.0) \quad \Rightarrow x_1 = 0.233 \text{ kg A/kg}$$

**Bilancio di Massa sul punto di miscelazione:**

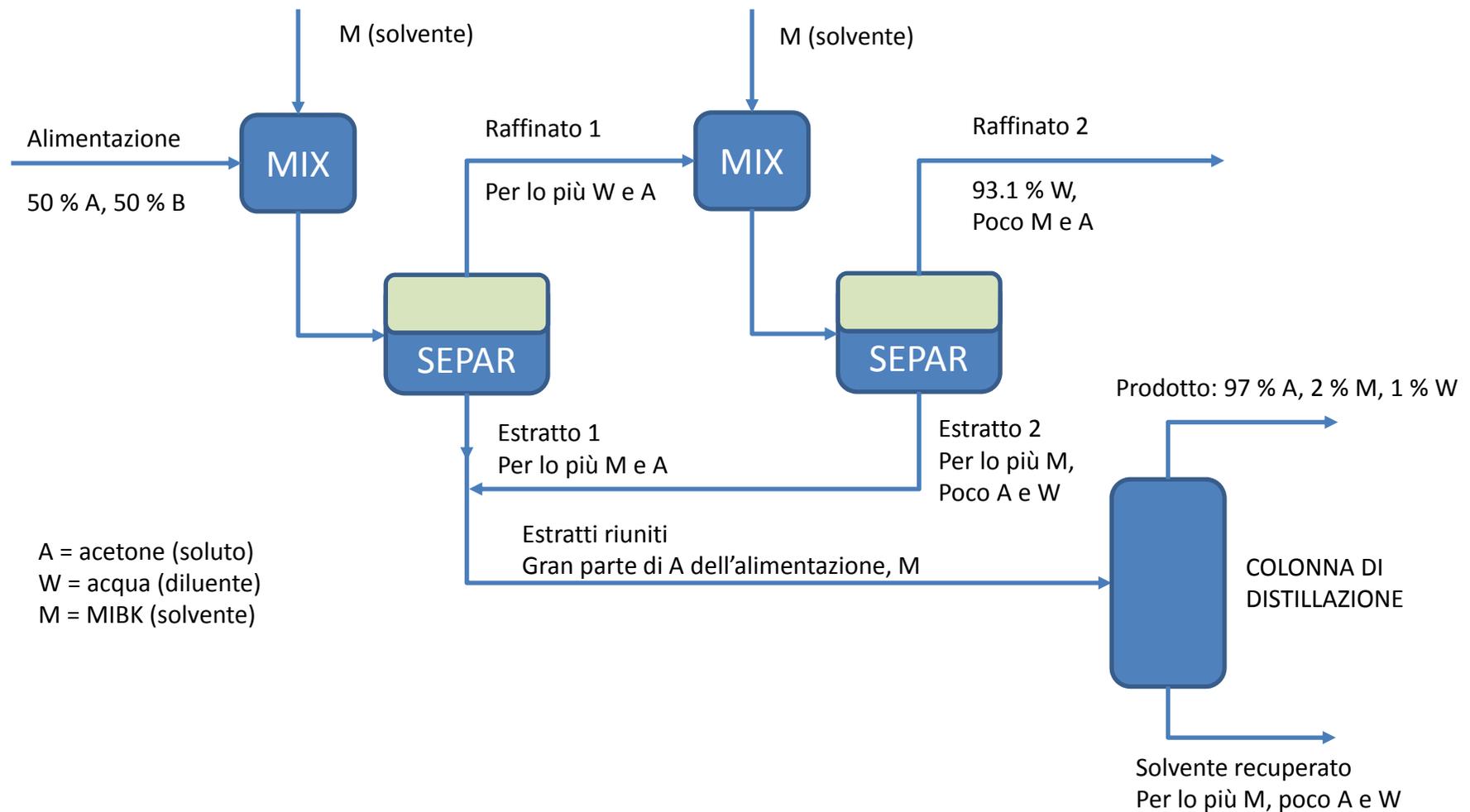
$$\dot{m}_1 + 30.0 = \dot{m}_2 \quad \Rightarrow \dot{m}_2 = 90.0 \text{ kg/h}$$

**Bilancio di A sul punto di miscelazione**

$$x_1 \dot{m}_1 + (0.300)(30.0) = x_2 \dot{m}_2 \quad \Rightarrow x_2 = 0.255 \text{ kg A/kg}$$

## Esempio 4.4 – 2 PROCESSO di Estrazione-Distillazione

Una miscela costituita dal 50 %m di acetone e il 50 %m di acqua deve essere separato in due flussi: uno arricchito in acetone e l'altro arricchito in acqua. Il processo di separazione consiste nell'estrazione dell'acetone dall'acqua in metilisobutilchetone (MIBK), che dissolve l'acetone ma è quasi insolubile con l'acqua. La descrizione che segue introduce alcuni dei termini comunemente usati nei processi di estrazione.. Il processo è schematizzato come segue:



## Esempio 4.4 – 2 PROCESSO di Estrazione-Distillazione

La miscela acetone (**soluto**)-acqua (**diluente**) viene prima messa a contatto con il MIBK (solvente) in un miscelatore che provvede ad eseguire un buon contatto tra le due fasi liquide. In questo passaggio una porzione dell'acetone dell'alimentazione si trasferisce dalla fase acquosa (acqua) a quella organica (MIBK). La miscela passa in un contenitore dove avviene la separazione delle fasi per gravità. La fase ricca in diluente (acqua in questo processo) è denominata **raffinato**, e la fase ricca in solvente (MIBK) è l'**estratto**. La combinazione miscelatore-separatore è il primo passaggio di questo processo di separazione.

Il raffinato passa in un secondo stadio di estrazione dove viene a contatto con una seconda portata di solvente puro, con lo scopo di estrarre ulteriore acetone. Le due fasi vengono separate in un secondo separatore, ed il raffinato di questa fase viene smaltito. Gli estratti provenienti dai due miscelatore-separatore sono riuniti ed inviati alla colonna di distillazione. La testa della colonna è ricca di acetone e costituisce il prodotto del processo. La coda della colonna è ricca in MIBK e in un processo reale viene trattato per essere riutilizzato nella prima estrazione, ma noi non considereremo il riciclo in questo esempio.

In un impianto pilota, per ogni 100 kg di miscela acetone-acqua inviata alla prima estrazione, 100 kg di MIBK è l'alimentazione del primo estrattore e 75 kg è l'alimentazione del secondo estrattore. L'estratto di questo primo stadio contiene il 27.5 %m di acetone (tutte le percentuali che dichiareremo di seguito sono espresse in percentuale in massa). Il raffinato del secondo stadio ha una massa di 43.1 hg e contiene il 5.3 % di acetone, il 1.6 % di MIBK ed il 93.1 % di acqua. Il prodotto di testa della colonna di distillazione contiene il 2.0 % di MIBK, il 1.0 % di acqua ed il rimanente acetone.

Assumendo come base di calcolo 100 kg di miscela acetone-acqua, calcolare le masse e le composizioni (percentuale in peso dei componenti) del raffinato ed estratto dello stadio 1, l'estratto dello stadio 2, gli estratti riuniti e il prodotto di testa e di coda della colonna.

## Esempio 4.4 – 2 PROCESSO di Estrazione-Distillazione

Per semplicità tratteremo ciascun miscelatore-separatore come unica unità definita estrattore

