

ÍNDICE

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN	13
1.1 MOTIVACIÓN	13
1.2. OBJETIVOS	15
1.3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	16
CAPÍTULO 2: ESTADO DEL ARTE	22
2.1. TECNOLOGÍA DE CALENTAMIENTO POR MICROONDAS	22
2.1.1. Introducción	22
2.1.2. Fundamentos del calentamiento de polímeros por microondas	25
2.1.3. Interacción materiales – microondas	26
2.1.4. Ventajas del procesado por microondas	32
2.1.5. Fuentes de radiación de microondas	33
2.1.6. Tecnologías de calentamiento por microondas existentes en el mercado.	35
2.2. SUSCEPTORES DE MICROONDAS	38
2.2.1. Introducción	38
2.2.2. Grupos funcionales más susceptibles de la absorción de radiación microondas	40
2.2.3. Influencia de las cargas susceptibles de microondas	42

2.2.4. Tipos de cargas susceptibles	43
2.2.4.1. Cargas carbonosas.....	43
2.2.4.2. Cargas ferroeléctricas	46
2.2.4.3. Cargas ferromagnéticas.....	47
2.3. NANOCOMPUESTOS DE NANOTUBOS DE CARBONO (NTC) ..	48
2.4. NANOCOMPUESTOS DE GRAFENO MULTICAPA (GMC).....	56

CAPÍTULO 3: MATERIALES Y MÉTODOS 64

3.1. MATERIALES	64
3.1.1. Nanotubos de carbono	64
3.1.2. Grafeno multicapa.....	65
3.1.3. Polipropileno	67
3.2. MÉTODOS Y TÉCNICAS INSTRUMENTALES.....	69
3.2.1. Procesado de Nanocompuestos	69
3.2.1.1. Equipamiento.....	69
3.2.1.2. Diseño de experimentos.....	71
3.2.1.3. Muestras obtenidas – Codificación.....	73
3.2.2. Técnicas de caracterización	76
3.2.2.1. Microscopía óptica	76
3.2.2.2. Microscopio electrónico de barrido (SEM).....	78
3.2.2.3. Microscopio electrónico de transmisión (TEM).....	79

3.2.2.4. Reómetro rotacional	80
3.2.2.5. Termogravimetría	82
3.2.2.6. Espectroscopia de impedancia electroquímica.....	83
3.2.2.7. Medida de las propiedades eléctricas	84
3.2.2.8. Ensayos dinámico-mecánicos (DMA)	85
3.2.2.9. Espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier (FT-IR).....	86
3.2.2.10. Espectroscopia RAMAN.....	87
3.2.3. Calentamiento por microondas.....	90
3.2.3.1. Equipamiento.....	90
3.2.3.2. Medida de la temperatura.....	91

CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE LA DISPERSIÓN DE LOS NANOCOMPUESTOS..... 92

4.1. ANÁLISIS MORFOLÓGICO	92
4.1.1. Estudio micrográfico	92
4.1.1.1. Microscopía óptica	92
4.1.1.2. Microscopía electrónica de barrido (SEM)	97
4.1.1.3. Microscopía electrónica de transmisión (TEM).....	106
4.1.2. Densidad de aglomerados	110
4.1.3. Tamaño medio de partícula	118

4.1.4. Histogramas	123
4.1.5. Índice de dispersión	126
4.2. PROPIEDADES REOLÓGICAS	132
4.3. PROPIEDADES ELÉCTRICAS	137
4.4. ESTUDIO DE LA DEGRADACIÓN	141
4.5. CONCLUSIONES PRELIMINARES	142

CAPÍTULO 5: INFLUENCIA DEL PORCENTAJE DE CARGA EN LAS PROPIEDADES DE LOS NANOCOMPUESTOS..... 144

5.1. PROPIEDADES REOLÓGICAS	146
5.2. PROPIEDADES ELÉCTRICAS	153
5.3. PROPIEDADES DIELECTRICAS.....	155
5.4. PROPIEDADES MECÁNICAS.....	161
5.5. PROPIEDADES TÉRMICAS	165
5.6. CONCLUSIONES PRELIMINARES	168

CAPÍTULO 6: CALENTAMIENTO POR MICROONDAS DE LOS NANOCOMPUESTOS 169

6.1. INFLUENCIA DE LA DISPERSIÓN EN LA EFICACIA DE CALENTAMIENTO.....	169
---	-----

6.2. EFICIENCIA DE CALENTAMIENTO	179
6.3. HOMOGENEIDAD DE CALENTAMIENTO.....	183
6.4. CONCLUSIONES Y SELECCIÓN DEL MEJOR SISTEMA SUSCEPTOR	190
CAPÍTULO 7: DESARROLLO DE PROTOTIPO.....	191
CAPÍTULO 8: CONCLUSIONES	194
REFERENCIAS.....	199